EBS

수능개념 과탐

양진석의 신의 한 수!

화학 I



EBS

www.ebsi.co.kr

"꿈으로 빚고 땀으로 다듬어
내일을 완성하세요"

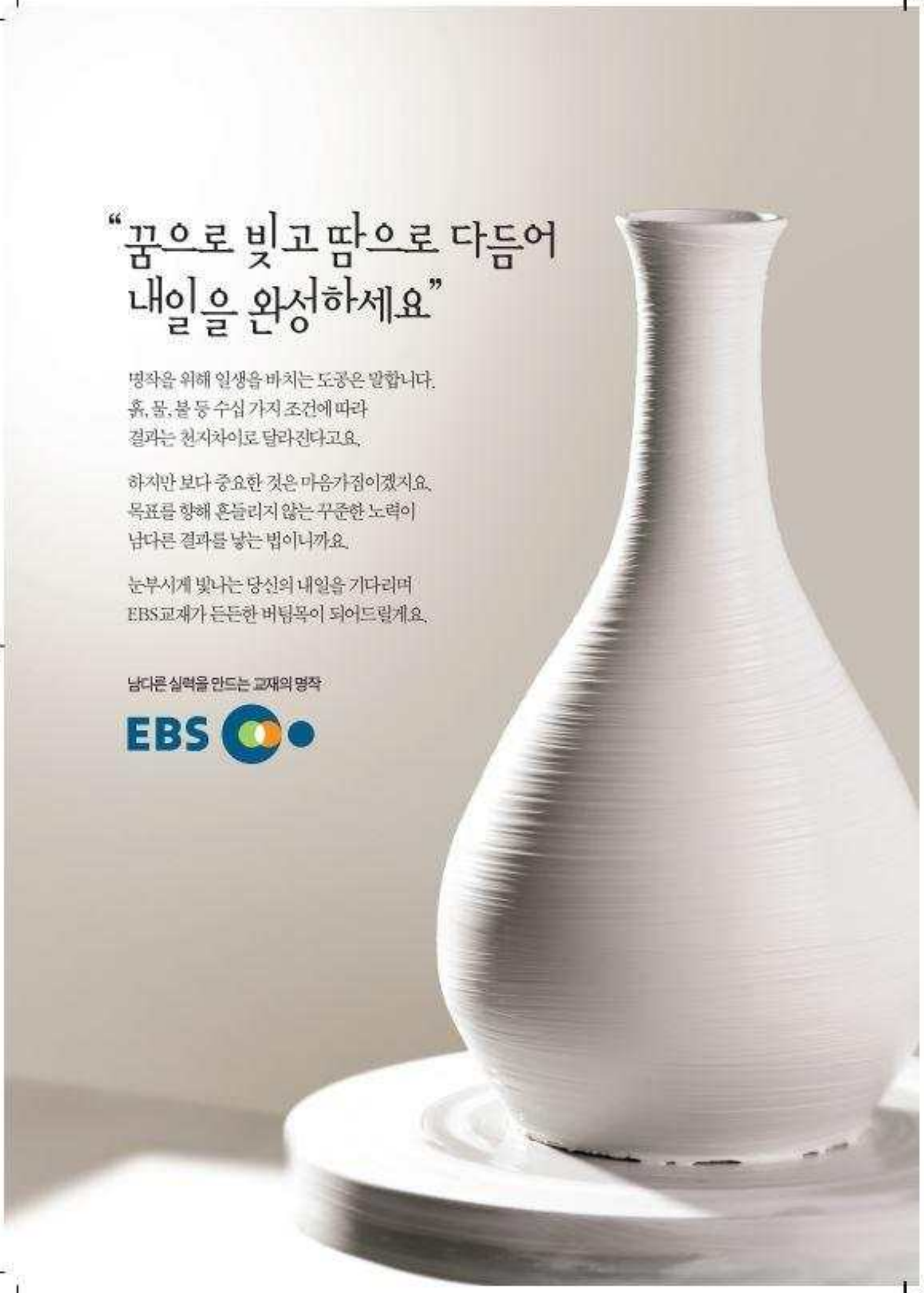
명작을 위해 일생을 바치는 도공은 말합니다.
흙, 물, 불 등 수십 가지 조건에 따라
결과는 천지차이로 달라진다고요.

하지만 보다 중요한 것은 마음가짐이겠지요.
목표를 향해 흔들리지 않는 꾸준한 노력이
남다른 결과를 낳는 법이니까요.

눈부시게 빛나는 당신의 내일을 기다리며
EBS교재가 든든한 버팀목이 되어드릴게요.

남다른 실력을 만드는 교재의 명작

EBS



수능개념 과탐

양진석의 신의 한 수!

화학 I





▶ 강사 **양진석** 선생님

약력
– 연세대학교 석사졸
– 전 의치약전대비 일반화학 교수
– 청심국제고 초빙교사

저서
– 양진석의 신의 한수 화학1
– 유니크 화학1, 개!쉽!다! 화학1

양진석의 신의 한수

화학 1

사용법

1. 교재를 정독한다.
2. 문제는 먼저 풀어본다.
3. 강의를 들으면서 필기한다.
4. 교재에 없는 내용이 강의에 나온다. 그것을 주의하라

저자의 말!

EBS에서 저와 함께 어려운 화학을 같이 공부하는 학생들에게 조금이나마 도움이 되고자 이 강의를 만들었습니다. 이 교재는 많은 생각과 고민으로 가득찬 교재입니다.

이 교재는 저 혼자만의 힘이 아님을 밝힙니다. 밤을 세워가며 학생들의 성향과 탑재할 문제등을 고르면서 때로는 싸우기도 하고 다투기도 하고 때로는 서로 좋아서 하이파이브를 날리기도 한 김기수 선생님,

아시아에서 가장 부지런하고 엄청난 내공의 소유자이신 고성환 선생님

저의 검색엔진이 되어 주시는 고광윤 선생님

실력만큼이나 아름답고 예쁘신 김수진 선생님

멀리 제주도에서 든든하게 응원해주는 장형조 선생님

이런 분들이 계셔서 더 좋은 교재와 강의가 탄생한 것 같습니다.

수험생 여러분 이렇듯 이 교재는 많은 선생님들의 노하우와 저의 노력이 결집된 교재입니다. 이 모든 것을 여러분들의 지식과 점수로 연결시키길 바라면서 강의를 시작하겠습니다.



CONTENTS

Ⅰ. 화학의 언어
01 화학의 언어 ····· 04
02 화합물의 조성 및 구조 ····· 08
03 양적 관계 ····· 20

Ⅱ. 개성 있는 원소
01 원자의 구조 ····· 42
02 보어의 모형이론과 오비탈 ····· 50
03 주기적 성질 ····· 60

Ⅲ. 아름다운 분자세계
01 화학 결합 ····· 84
02 분자의 모양 ····· 96
03 동소체 ····· 101
04 탄소화합물 ····· 104

Ⅳ. 닮은 꼴 화학 반응
01 산화 환원 반응 ····· 122
02 산과 염기의 반응 ····· 136
03 중화반응 ····· 143
04 생활 속의 산과 염기 ····· 150

I 화학의 언어

01 화학의 언어
02 화합물의 조성 및 구조
03 양적 관계

NOTE

1강 화학의 기초 개념

01. 원소, 원자 분자의 구별

Tip!

용어 정리는 손으로 써서 암기하지 말고 머릿속으로 기억하라!

1. 원자와 원소의 구별

필수 원자와 원소의 구별

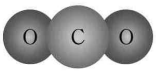


원자 :

원소 :

2. 원자와 분자의 구별

필수 원자와 분자의 구별



원자 :

분자 :

02. 원자번호와 주기율표

NOTE

Tip!

화학을 시작하는 학생들이 주기율표를 모르면 영어를 하는 학생이 알파벳을 모르는 것과 같습니다.

1. 원자번호 : 양성자 수

2. 질량수 : 양성자 수 + 중성자 수

3. 주기율표

족 / 주기	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18
1	1 H																	2 He
2	3 Li	4 Be											5 B	6 C	7 N	8 O	9 F	10 Ne
3	11 Na	12 Mg											13 Al	14 Si	15 P	16 S	17 Cl	18 Ar
4	19 K	20 Ca	21 Sc	22 Ti	23 V	24 Cr	25 Mn	26 Fe	27 Co	28 Ni	29 Cu	30 Zn	31 Ga	32 Ge	33 As	34 Se	35 Br	36 Kr
5	37 Rb	38 Sr	39 Y	40 Zr	41 Nb	42 Mo	43 Tc	44 Ru	45 Rh	46 Pd	47 Ag	48 Cd	49 In	50 Sn	51 Sb	52 Te	53 I	54 Xe
6	55 Cs	56 Ba	*	72 Hf	73 Ta	74 W	75 Re	76 Os	77 Ir	78 Pt	79 Au	80 Hg	81 Tl	82 Pb	83 Bi	84 Po	85 At	86 Rn
7	87 Fr	88 Ra	**	104 Rf	105 Db	106 Sg	107 Bh	108 Hs	109 Mt									

란탄족(*)	57 La	58 Ce	59 Pr	60 Nd	61 Pm	62 Sm	63 Eu	64 Gd	65 Tb	66 Dy	67 Ho	68 Er	69 Tm	70 Yb	71 Lu
악티늄족(**)	89 Ac	90 Th	91 Pa	92 U	93 Np	94 Pu	95 Am	96 Cm	97 Bk	98 Cf	99 Es	100 Fm	101 Md	102 No	103 Lr

필수 주기율표 관찰하기

족이란? :

주기란? :

NOTE

03. 용어 정리

1. 화학결합의 종류 :

2. 화학식량 :

3. 분자량 :

4. 1몰의 질량 :

5. 1몰의 부피 :

6. 이상기체 방정식 :

7. 이온화 에너지 :

8. 전기음성도 :

9. 극성 :

10. 무극성 :

11. 탄소화합물과 탄화수소 :

12. 핵산이란? :

13. 아미노산 :

2강 인류문명과 화학의 언어

01. 인류문명과 화학의 언어

NOTE

암모니아 합성, 철의 제련, 화석연료의 이용에 대한 공부는 화합물과 원소를 중심으로 공부하는 것이 좋겠지? 공부의 방향은 계수를 중심으로 화학식 암기에 치중하면 끝~~

필수

"하버 & 보쉬에 관련된 화학 반응식

$N_2 + O_2 \xrightarrow{\text{번개}} 2NO + O_2 \longrightarrow 2NO_2 + \text{빗물} \longrightarrow NO_3^-$

$N_2 \xrightarrow{\text{질소고정세균}} NH_3 \xrightarrow{\text{질화세균}} NO_2^-(\text{아질산이온}) \xrightarrow{\text{질화세균}} NO_3^-$

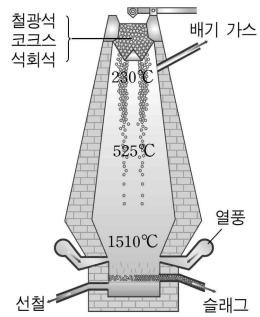
$N_2 + 3H_2 \xrightarrow[200\text{기압},500℃]{\text{촉매}} 2NH_3$

길잡 : $aN_2 + bH_2 \xrightarrow[200\text{기압},500℃]{\text{촉매}} cNH_3$

a + b + c =

필수

"철의 제련"



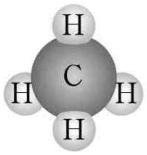
- $2C(\text{코크스}) + O_2 \rightarrow 2CO$
- $Fe_2O_3 + 3CO \rightarrow 2Fe + 3CO_2\uparrow$
- $Fe_3O_4 + 4CO \rightarrow 3Fe + 4CO_2\uparrow$
- $CaCO_3 \xrightarrow[\triangle(\text{가열})]{} CaO + CO_2\uparrow$

핵심 : 철광석에서 철로!
코크스에서 이산화탄소로!

027강. 물질의 구성 입자

NOTE

1. 물질의 분류



원소 : 물질을 구성하는 요소

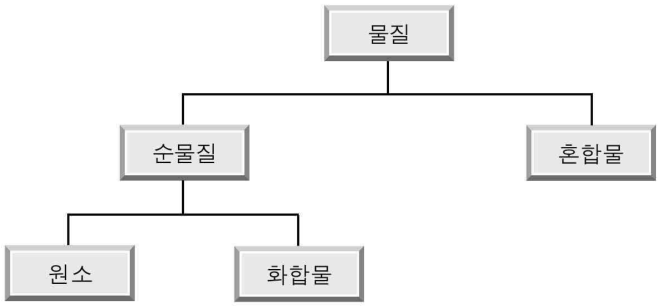
원자 : 물질을 구성하는 가장 작은 입자

Tip!

a는 'not' 의 의미이고 tom는 'divide' 의 의미의 그리스어로 "나누어지지 않는" 이란 뜻을 갖는다.

분자 : 물질의 고유한 성질을 가지는 가장 작은 입자

- 단원자 분자 : He, Ne, Ar 등
- 이원자 분자 : HCl, H_2, N_2, O_2 등
- 다원자 분자 : H_2O, CO_2, O_3, 3원자분자. NH_3 4원자분자.
  CH_4 5원자분자. 녹말, 플라스틱, 단백질, DNA 고분자.



순물질 : 같은 성질을 가진 한 종류의 입자들로 이루어져 있으며 물리적 성질이 일정하다.

Tip! : 물리적 성질 : 녹는점, 끓는점, 밀도 등

홑원소 : 한 가지 원소로 이루어진 물질로서 화학반응으로 더 이상 다른 종류의 원자로 분해되지 않는 물질

예) H_2, N_2, O_2, O_3, Na, C, He 등

화합물 : 두 종류 이상의 원소들이 일정한 질량비로 결합된 물질로서 화학 반응으로 분해가 가능한 물질

예) H_2O, CO_2, HCl, NaOH, CaO 등

혼합물 : 두 가지 이상의 순물질이 단순히 섞여 있으므로 각 성분물질의 성질을 그대로 가지고 있다. 물리적 성질이 일정하지 않다.

Tip! 물리적 성질을 이용하여 분리가능

균일 혼합물 : 소금물, 설탕물, 사이다. 공기, 합금 등

불균일 혼합물 : 흙탕물, 우유, 암석 등

"요약정리!" 화학의 언어 - 인류문명과 화학

NOTE

(1) **불의 발견과 이용** : 불은 물질의 연소 반응에 의해 발생하며, 인류는 자연적으로 발생한 불을 이용하다가 점차 나무를 마찰시켜 불씨를 얻는 방법을 터득하였다.

① 익힌 음식으로 식생활이 개선되고, 단백질 섭취 효율이 높아졌다.

② 흙으로 토기 등의 도구를 만들어 이용하게 되었다.

③ 광석에서 구리, 철 등의 금속을 제련하여 이용하게 되었다.

(2) **철의 이용** : 산화 철 상태의 철광석을 제련하여 철이 생산되었고, 이를 이용하게 된 것이 인류 문명의 발전에 크게 기여하였다.

① 철제 농기구의 사용으로 농업 생산성이 향상되었다.

② 기계, 운송 수단, 건축물 재료로 철을 이용하게 되었다.

(3) **암모니아의 합성과 이용**

① 질소(N)는 생물체 내에서 단백질, 핵산 등을 구성하는 원소이지만 대부분의 생명체는 공기 중의 질소(N_2)를 직접 이용하지 못한다.

② 하버와 보슈는 고온·고압에서 촉매를 사용하여 공기 중의 질소를 수소와 반응시켜 암모니아를 대량으로 합성하는 방법을 개발하였다.

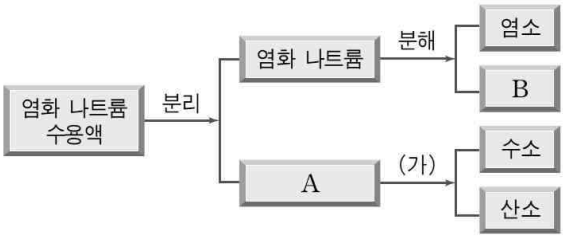
③ 암모니아의 합성이 인류 문명에 준 영향 : 질소 비료를 대량으로 생산할 수 있게 되어 농업 생산량이 증가하였고, 인류의 식량 부족 문제를 해결하는 데 큰 역할을 하게 되었다.

(4) **화석 연료의 이용**

① 화석 연료 : 석탄, 석유, 천연 가스 등이 있으며 탄소(C)와 수소(H)가 주성분이다.

② 화석 연료와 인류 문명 : 화석 연료가 산업에서 에너지원으로 이용됨으로써 산업 혁명과 교통 혁명을 가져와 인류 문명을 크게 발전시켰으나, 연소 시 발생하는 이산화 탄소가 지구 온난화를 유발하여 새로운 에너지원에 대한 연구가 필요하게 되었다.

"신의 한 수!"



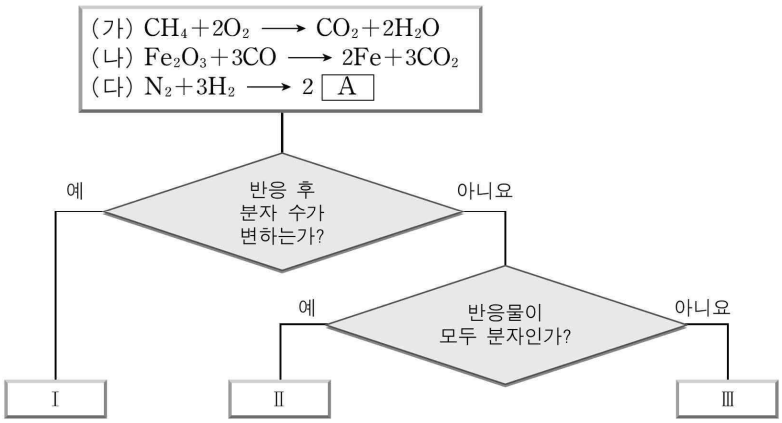
질문

1. A :
2. B :
3. (가) :
4. 염화나트륨 수용액은 혼합물이다. (O or X)
5. 물리적 변화와 화학적 변화는?

연습문제

1.

그림은 인류 문명의 발달에 영향을 준 3가지 반응식을 주어진 기준에 따라 분류한 것이다



이에 대한 설명으로 옳은 것만을 있는 대로 고른 것은? [3점][1)]

보기

ㄱ. A는 2원자 분자이다.

ㄴ. (가)~(다)는 모두 화학 변화이다.

ㄷ. III에 속하는 반응의 화학 반응식에서 화합물은 3가지이다.

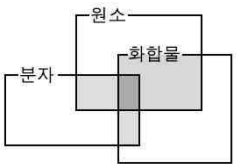
① ㄱ ② ㄷ ③ ㄱ, ㄴ ④ ㄴ, ㄷ ⑤ ㄱ, ㄴ, ㄷ

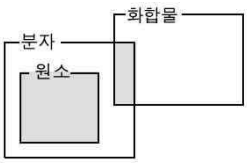
2.

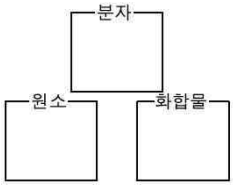
다음은 원소, 화합물, 분자에 대한 설명이다.

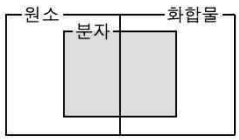
○ 원소 : 1가지 성분으로 이루어진 순물질
○ 화합물 : 2가지 이상의 성분으로 이루어진 순물질
○ 분자 : 원자 간에 공유 결합을 통해 형성되며, 독립적으로 존재할 수 있는 입자

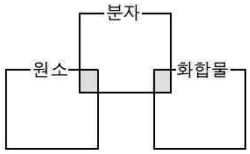
원소, 화합물, 분자의 포함 관계를 나타낸 것으로 가장 적절한 것은?[2)]

① 

② 

③ 

④ 

⑤ 

3,4강 화학반응식과 몰

NOTE

01 .화학식량과 몰

1. 몰

6.02×10^{23} 개 입자(원자, 분자, 이온, 전자)를 1몰(mol)이라고 정의하며 이를 아보가드로의 수라고 한다.

★★★★ 왜 1몰은 6.02 ×10^{23} 일까?

<1몰의 탄생 배경> 필기하시오~~

탄소 1개의 실제 질량 ?

수소 1개의 실제 질량 ?

→ 1몰의 질량 = 몰질량 : 모르면 그냥 원자량이나 분자량 혹은 화학식량에 g 붙여!!

C의 원자량 : 12 H의 원자량 : 1 H_2O의 분자량 : 18 NaOH의 화학식량 : 40	→ g 단위를 붙인 값	C 원자 1몰 : 12g H 원자 1몰 : 1g H_2O 1몰 : 18g NaOH 1몰 : 40g	→ 포함된 입자수	C 원자 6.02×10^{23}개 H 원자 6.02×10^{23}개 H_2O 분자 6.02×10^{23}개 Na^+ 6.02×10^{23}개 OH^- 6.02×10^{23}개	

2. 원자량

(1) 원자량

탄소원자의 질량을 12로 정하고, 이 값을 기준으로 비교한 다른 원자의 상대적 질량 값을 말한다. Tip! : C를 기준으로 하며 단위는 붙이지 않는다.

(2) 평균 원자량

자연계에 존재하는 동위원소의 존재 비율을 고려하여 평균값으로 나타낸 원자량

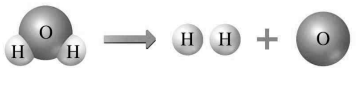
(3) 동위원소 : 원자번호가 동일하고 화학적 성질은 같지만 질량이 다른 원소

$$(\text{평균})\ \text{원자량} = \frac{35\times 75 + 37\times 25}{100} \fallingdotseq 35.5$$

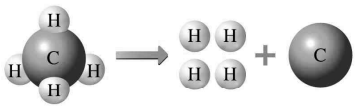
3. 분자량

(1) **분자량** : 분자를 구성하는 모든 원자들의 원자량을 합한 상대적 질량

원자량 : H=1.0, C=12.0, O=16.0



물의 분자량 $=\underbrace{(1.0\times2)}_{\text{수소의 원자량}\times2}+\underbrace{16.0}_{\text{산소의 원자량}}=18.0$



메테인의 분자량 $=\underbrace{(1.0\times4)}_{\text{수소의 원자량}\times4}+\underbrace{12.0}_{\text{탄소의 원자량}}=16.0$

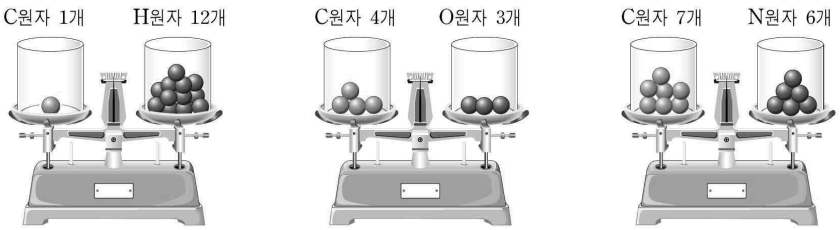
NOTE

프로페인(C_3H_8)

분자량
$=$(C의 원자량)$\times3$
$+$(H의 원자량)$\times8$
$=(12.0\times3)+(1.0\times8)$
$=44.0$

ex) 공기의 평균 분자량 (N_2 80%, O_2 : 20%)

분자량 = (28 × 0.8) + (32 × 0.2) = 약 29



원자 1몰의 질량 → 실제 질량

• C 1개의 질량=12g(X) • C 1몰의 질량=12g(◯) • C 1개의 질량= $\frac{12g}{6\times10^{23}개}=2\times10^{-23}g$

4. 실험식량 : 실험식으로 나타내는 물질들은 실험식을 구성하고 있는 원자들의 원자량을 합하여 구한다.

Tip! : 이온결합 물질은 분자로 존재하지 않으므로 양이온과 음이온의 구성비로 실험식을 나타내며 이온결정, 원자결정, 금속결정 등은 실험식을 사용한다.

5. 몰 계산 법

분자	수소(H_2)	산소(O_2)	이산화 탄소(CO_2)
분자 모형 (같은 온도, 압력)			
몰수	1몰	1몰	1몰
분자 수	6.02×10^{23}개	6.02×10^{23}개	6.02×10^{23}개
질량	2 g	32 g	44 g
기체의 부피(0 ℃, 1기압)	22.4 L	22.4 L	22.4 L

기체의 경우에는 입자의 크기에 관계없이 같은 부피 속에 같은 수의 입자가 존재한다.

1몰에 해당하는 입자 수는 물질에 관계없이 6.02×10^{23}개이고, 1몰 기체의 부피도 기체의 종류에 관계 없이 22.4 L이다. 그러나 1몰에 해당하는 질량은 물질의 분자량에 따라 다르다.

$$\text{몰 수}=\frac{\text{질량}}{\text{분자량}}=\frac{\text{입자수}}{6.02\times10^{23}}=\frac{\text{기체의 부피(STP)}}{22.4\text{L}}=\frac{\text{기체의 부피}}{\text{기체 }1mol\text{의 부피}}$$

NOTE

필수 실전연습

탄소원자 1개의 실제 질량 :

수소원자 1개의 실제 질량 :

연습문제 1.

다음은 몇 가지 원자의 원자량, 아보가드로수, 표준 상태에서 기체 1몰의 부피를 나타낸 것이다.

- 원자량 : H : 1, C : 12, O : 16
- 아보가드로수 : 6.0×10^{23}개
- 표준 상태에서 기체 1몰의 부피 : 22.4L

위 자료를 참고로 할 때, 수소 기체 2g 속에 포함된 분자수와 같은 입자수에 해당 하는 것을 모두 고른 것은?

보기

ㄱ. 물 18g에 포함된 수소 원자수
ㄴ. 메테인 0.25몰에 포함된 수소 원자수
ㄷ. 이산화탄소 3.0×10^{23}개에 포함된 산소 원자수
ㄹ. 표준 상태에서 C_3H_8 기체 11.2L에 포함된 탄소 원자수

연습문제 2.

다음 화합물의 화학식량(분자량, 실험식량)을 구하시오. (단, H, C, N, O, Na의 원자량은 각각 1, 12, 14, 16, 23이다.)

(1) NH_3 (2) H_2O (3) NaOH (4) CH_4

| 해설 | 화학식량(분자량, 실험식량)은 원자량의 합을 구하면 된다.

(1) NH_3의 분자량 $=14+1\times3=17$ (2) H_2O의 분자량 $=1\times2+16=18$

(3) NaOH의 실험식량 $=23+16+1=40$ (4) CH_4의 분자량 $=12+1\times4=16$

답 (1) 17 (2) 18 (3) 40 (4) 16

연습문제 3.

다음 물음에 답하시오. (단, 원자량은 H=1, C=12, O=16이다.)

(1) 포도당($C_6H_{12}O_6$)의 분자량은 얼마인가? (2) 포도당 36 g의 몰수는 얼마인가?

| 해설 | (1) $C_6H_{12}O_6$의 분자량 $=12\times6+1\times12+16\times6=180$

(2) 포도당 36 g의 몰수 $=\dfrac{\text{질량}}{\text{포도당 1몰의 질량}}=\dfrac{36\text{ g}}{180\text{ g/몰}}=0.2$몰

답 (1) 180 (2) 0.2몰

연습문제 4.

0℃, 1기압에서 0.5몰의 이산화 탄소(CO_2) 기체가 있다.

(1) 이산화 탄소의 분자 수는 몇 개인가? (2) 이산화 탄소의 질량은 몇 g인가? (3) 이산화 탄소의 부피는 몇 L인가?

| 해설 | (1) 몰수 $=\dfrac{\text{분자 수(개)}}{6.02\times10^{23}}$ 이므로 이산화 탄소의 분자 수 $=$ 몰수 $\times 6.02\times10^{23}$개 $=0.5\times6.02\times10^{23}$개 $=3.01\times10^{23}$개이다.

(2) 몰수 $=\dfrac{\text{질량}}{\text{분자량}}$ 이므로 이산화 탄소의 질량 $=$ 몰수 $\times$ 이산화 탄소의 분자량 $=0.5\times44$ g $=22$ g이다.

(3) 몰수 $=\dfrac{\text{부피(L)}}{22.4}$ (0℃, 1기압에서)이므로 이산화 탄소의 부피 $=0.5\times22.4$ L $=11.2$ L이다.

답 (1) 3.01×10^{23}개 (2) 22 g (3) 11.2 L

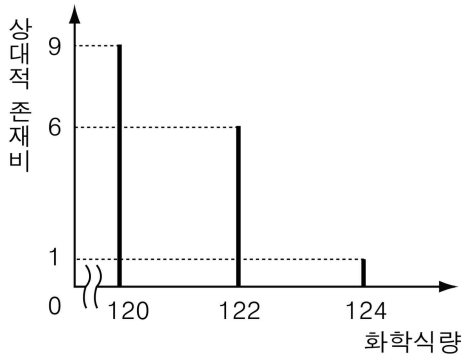
NOTE

필수 동위원소 실전연습

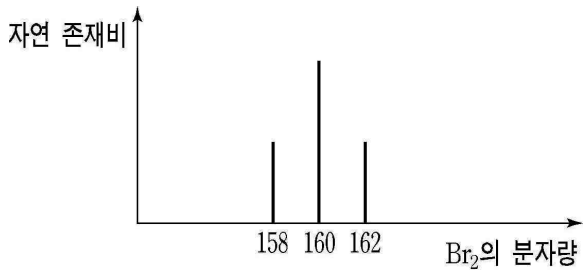
Cl의 평균원자량 :

35 : ___%
37 : ___%

질문 1
^{35}Cl : ^{37}Cl의 존재비가 3 : 1일때 Rb의 원자량과 존재비는?
(그림의 화학식량은 RbCl의 화학식량이다.)



질문 2
수소 원자(^{1}H, ^{2}H, ^{3}H)로 존재할 때 분자량이 다른 HBr를 찾으세요



5강 화학반응식과 몰

NOTE

01. 화학식의 결정

용어 정리

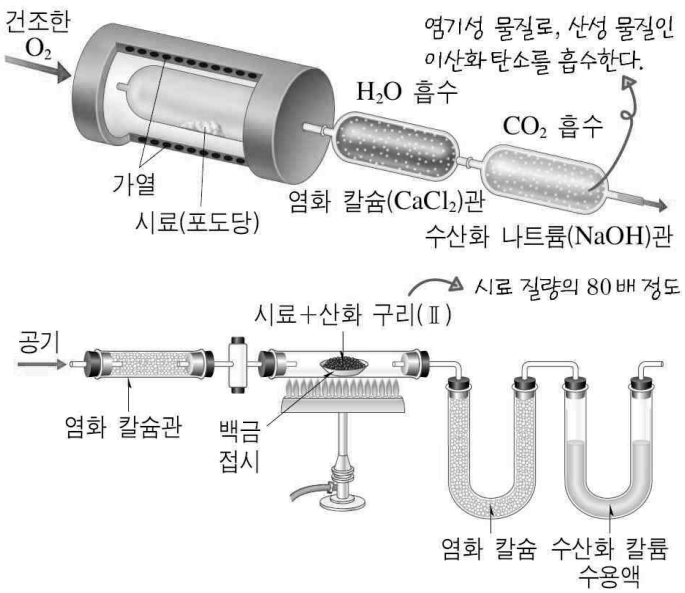
1. 화학식 : 원소 기호를 사용하여 물질을 이루는 성분 원소의 종류와 원자 수를 나타낸 식

1) **분자식** : 한 분자를 구성하는 원자의 종류와 수를 나타낸 식

2) **실험식** : 물질을 구성하는 원자 수의 비를 가장 간단한 정수비로 나타낸 식

Tip! : 이온 결합 물질, 금속, 다이아몬드등을 나타낼 때 사용하자

"신의 한 수!" 리비히 분석법



<각자의 역할을 이해하자>

염화 칼슘관의 용도 및 의미?

수산화 나트륨관의 용도 및 의미?

산화구리(II)의 용도 및 의미

산소는 어떻게 측정하지?

만약 장치의 순서가 바뀐다면?

실전 연습

NOTE

다음은 C, H, O 원소로 구성된 어떤 물질 X의 실험식을 구하는 원소분석 실험이다.

[실험 과정]

(가) 그림과 같은 장치에 23mg의 물질 X를 넣고 충분한 양의 산소를 공급하면서 가열한다.



(나) 반응이 끝난 후, 염화칼슘($CaCl_2$)과 수산화나트륨(NaOH)이 각각 들어 있는 관의 증가한 질량을 구한다.

[실험 결과]

구분	$CaCl_2$을 채운 관	NaOH을 채운 관
증가한 질량(mg)	27	44

물질 X의 실험식은?

(단, 의 원자량은 각각 12, 1, 16이고, 물질 X는 완전 연소한다.)

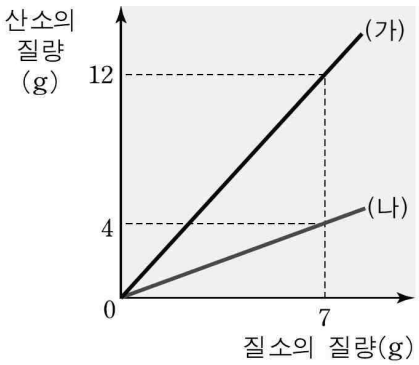
① CHO ② CH_3O ③ C_2H_4O

④ C_2H_6O ⑤ C_3H_8O

"신의 한 수!" 배수비례 법칙 이용

NOTE

그림은 질소(N)와 산소(O)로 이루어진 분자 (가)와 (나)에서 성분 원소들의 질량 관계를 나타낸 것이다.



(가)와 (나)에서 1분자를 구성하는 질소(N) 원자 수는 2개이다.

(단, N, O의 원자량은 각각 14, 16이다.)

질문 1

(가)의 분자식은 N_2O_3이다.

질문 2

(나)는 분자식과 실험식이 같다.

질문 3

1g에 들어있는 O원자 수 비는 (가) : (나) = 33 : 19이다

정답 1,2 오답 3

6,7,8강 양적관계

NOTE

01. 양적 관계의 종류 파악

Case 1 화학 반응식에 대해서

화학 반응식 : 화학 반응식으로 부터 알 수 있는 것

1) 반응물질 및 생성물질의 종류
2) 반응물질과 생성물질 사이의 분자수의 비(몰수비)
3) 반응물질과 생성물질 사이의 질량 관계
4) 기체인 경우에는 반응물질과 생성물질 사이의 부피 관계

Case 1 계수를 찾아라!

다음은 철의 제련 과정과 관련된 화학 반응식이다.

$$a\,Fe_2O_3(s) + b\,CO(g) \longrightarrow c\,Fe(s) + d\,CO_2(g)$$

질문 1

$a + b + c + d$ **의 값은?** (단, $a \sim d$ 는 화학 반응식의 계수이다.)

질문 2

산화 철과 일산화탄소가 반응하는 몰수의 비율은?

질문 3

위의 반응으로 철 1몰이 생성될 때 함께 생성되는 이산화탄소의 질량은?

Case 2 화학 반응식을 완성하기 위해 필요한 자료 찾기

NOTE

Case 2 필요한 자료가 무엇?

자동차 사고가 났을 때 운전자를 보호하기 위해서는 0.1초 안에 그림과 같이 에어백이 터져야 한다. 이 때 충격에 의해 다음과 같은 화학 반응이 일어나면서 아지드화나트륨(NaN_3)이 분해되어 에어백에 질소 기체가 채워진다.

$$2NaN_3(s) \rightarrow 2Na(s) + 3N_2(g)$$

에어백을 충분히 부풀리기 위해서는 실온의 질소 기체 65.1 L가 필요하다. 이 때 반응하는 아지드화나트륨(NaN_3)의 질량을 구하려고 할 때 반드시 필요한 자료를 <보기>에서 모두 고르면

보기

ㄱ. N_2의 분자량
ㄴ. NaN_3의 화학식량
ㄷ. 실온에서 질소 기체 1몰의 부피

NOTE

Case 3 부피에 관련된 양적관계

Case 3 부피에 관련된 양적관계

표는 기체 A와 B의 부피를 다르게 하여 한쪽 기체를 완전히 반응시켰을 때, 생성되는 기체 C의 부피와 남은 기체의 종류를 나타낸 것이다.

실험	반응물의 부피(mL)		생성물의 부피(mL)	남은 기체
	A	B	C	
Ⅰ	20	5	10	(가)
Ⅱ	40	30	40	B

이에 대한 설명으로 옳은 것만을 <보기>에서 고른 것은?
(단, 반응 전과 후의 온도와 압력은 같다.)

보기

ㄱ. (가)는 B이다
ㄴ. 기체 A와 B는 2 :1의 몰수비로 반응한다.
ㄷ. 실험 표에서 기체 B를 더 넣어 주면 생성물의 부피는 증가 한다.

정답 ㄴ

Case 4 질량에 관련된 양적관계

NOTE

Case 4 질량에 관련된 양적관계

표는 강철 용기에서 기체 X와 기체 Y가 반응하여 기체 Z가 생성되는 반응에 대한 자료를 나타낸 것이다.

화학 반응식	3X(g) + Y(g) → 2Z(g)
반응 전 물질의 양	x(L) y(몰) 0
반응 후 물질의 양	( ) 0 z(g)

반응 후 물질의 양 중 Z의 질량(z)과 Z의 분자량을 계산하는 식을 써라 (단, 분자량은 X = a, Y = b이다)

질문 1
반응 후 물질의 양 중 Z의 질량

질문 2
Z의 분자량 :

양진석의 해설

[반응 전! 반응! 반응 후! 잊지 말자]
무조건 문제를 풀려면 관계식을 써야 한다. 그것이 기본이다.

반응 후 Y의 몰수가 0이므로 Y가 y몰 반응했음을 알 수 있다. X의 부피 $x(L)$는 Y가 y몰 반응할 정도로 충분한 양면 되므로 계산 과정에서 x는 쓰이지 않는다. 이 반응에서 X $3y$몰과 Y y몰이 반응하여 Z로 되었으므로 Z의 질량은 X $3y$몰과 Y y몰의 질량 합인 $(3a+b)y(g)$이다. 또한, Z $2y$몰의 질량이 z이므로 Z의 분자량은 $\frac{z}{2y} = \frac{3a+b}{2}$이다.

정답

Z의 질량 : $(3a + b)y$

Z의 분자량 : $\frac{z}{2y}$

NOTE

Case 5 금속과 산의 반응

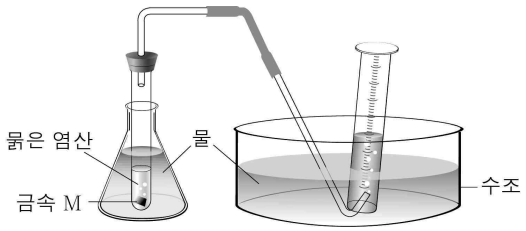
금속과 산의 반응이란?

4단원에서 출제되는 내용으로 금속의 반응성과 산에 대한 정확한 이해가 있어야 문제가 풀린다.
이 부분의 핵심은 반응하는 금속의 원자량을 알기 위해서는 반드시 화학식을 이용하여 발생하는 수소기체의 몰수를 측정해야 한다는 것이다.

Case 5 금속과 산의 반응

다음은 $M(s) + 2HCl \rightarrow MCl_2(aq) + H_2(g)$의 반응을 이용하여 금속 M의 원자량을 구하는 실험을 나타낸 것이다.

[실험 과정]
그림과 같이 일정량의 금속 M에 충분한 양의 묽은 염산을 반응시켜 발생 하는 수소 기체를 수상 치환으로 모은 다음 부피를 측정한다.



[실험 결과]
- 금속 M의 질량 : 1.2 g
- 발생한 수소 기체의 0 ℃, 1기압에서의 부피 : 1.12 L

질문 1
금속 M의 원자량으로 옳은 것은?
(단, 0 ℃, 1기압에서 기체 1몰의 부피는 22.4 L이다.)

질문 2
만약 반응식이 나오지 않았다면 반응식을 완결하기 위해 필요한 추가 정보는?

양진석의 해설

[화학 반응식을 이용하면 끝!!]
정답 24

추가질문 답 :(금속 양이온의 전하량)

Case 6 $CaCO_3$ + 산의 반응

NOTE

$CaCO_3$ 를 주목해야 할 필요가 있다!
일단 탄산 이온이 들어 있는 물질들에 산이 반응하면 무조건 이산화 탄소가 나온다고 암기하고 식을 만들어야 한다. 이산화 탄소!!!! 이것이 이 문제의 열쇠이다.

Case 6 탄산칼슘의 분해 반응

다음은 탄산 칼슘($CaCO_3$)의 열분해 반응에서 양적 관계를 확인하기 위한 실험이다.

[화학 반응식]

$$CaCO_3(s) \xrightarrow{\text{가열}} CaO(s) + \boxed{X(g)}$$

[과정]
(가) 도가니의 질량(w_1)을 측정한다.
(나) 도가니에 탄산 칼슘($CaCO_3$)을 넣고 도가니의 전체 질량(w_2)을 측정한다.
(다) 일정 시간 동안 가열한 후 도가니의 전체 질량(w_3)을 측정한다.

[결과]

w_1	w_2	w_3
200.0 g	250.0 g	245.6 g

이에 대한 옳은 설명만을 <보기>에서 있는 대로 고른 것은?
(단, 원자량은 C = 12, O = 16, Ca = 40이다.)

<보기>
ㄱ. 생성된 X의 질량은 4.4 g이다.
ㄴ. 생성된 산화 칼슘(CaO)의 몰수는 0.5몰이다.
ㄷ. 분해된 $CaCO_3$의 몰수는 반응 전 몰수의 $\frac{1}{5}$이다.

① ㄱ ② ㄴ ③ ㄱ, ㄴ ④ ㄱ, ㄷ ⑤ ㄴ, ㄷ

정답 ㄱ, ㄷ

NOTE

★ 피스톤 관련 문제
양적관계 문제 중에서 피스톤의 그림이 보일 때 스스로 떠 올려야 할 개념과 문제에 적용할 수 있는 이론적 연습을 하는 것이다. 피스톤이 나오면 무조건~~ 외치자

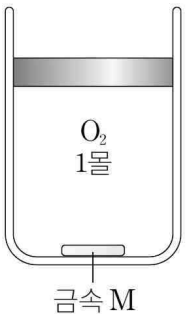
PV=nRT

Case 7 피스톤 관련 문제

Case 7-1 피스톤 관련

다음은 탄산 칼슘($CaCO_3$)의 열분해 반응에서 양적 관계를 확인하기 위한 실험이다. 25℃, 1기압에서 원자량이 23인 어떤 금속M 11.5g을 산소 기체 1몰이 들어 있는 실린더에 넣고 완전히 반응 시킨다

$$4M(s) + O_2(g) \rightarrow 2M_2O(s)$$



이에 대한 설명으로 옳은 것만을 <보기>에서 있는 대로 고른 것은?
(단, 반응 전후에 온도와 압력은 같고 피스톤의 질량과 마찰은 없으며 실린더 안의 고체 부피는 무시 한다)

보기

ㄱ. 생성된 $M_2O(s)$는 0.25몰이다
ㄴ. 반응 전후에 실린더안의 기체 밀도는 반응 전보다 커진다
ㄷ. 반응 전후에 실린더안의 기체 부피비는 5 : 2이다

양진석의 해설

[화학 반응식을 이용하면 끝!!]
문제를 자세히 봐라!! 기체와 고체!! 이런 사소한 것을 놓치면 그건 좀 곤란하지!!
산소의 밀도가 변하니?? 밀도는 물질의 특성인데
정답 ㄱ

$$4M(s) + O_2(g) \longrightarrow 2M_2O(s)$$

초기	$\frac{1}{2}$몰	1몰	0몰
반응	$-\frac{1}{2}$몰	$-\frac{1}{8}$몰	$+\frac{1}{4}$몰
반응 후	0몰	$\frac{7}{8}$몰	$\frac{1}{4}$몰

ㄱ. 금속 M이 11.5g이면 0.5몰에 해당하고, 반응의 양적 관계는 다음과 같다.

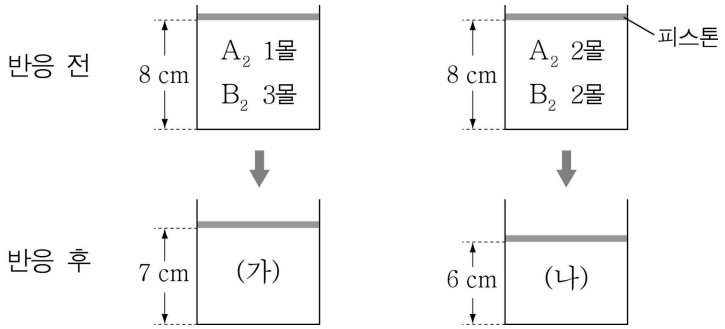
ㄴ. 반응 전후에 실린더 안의 기체는 산소 뿐이고 온도 압력이 같으므로 기체 밀도는 변함이 없다.

ㄷ. 반응 전후에 산소 기체의 몰수가 1몰에서 $\frac{7}{8}$몰로 감소하므로 기체 부피비는 8:7이다.

Case 7-2 피스톤 관련

NOTE

그림은 일정한 온도와 압력에서 실린더에 기체 A_2와 B_2의 몰수를 달리하여 넣고 반응시켜 기체 X를 생성할 때, 반응 전과 후의 피스톤의 높이를 나타낸 것이다. A_2와 B_2 중 어느 한 기체는 모두 반응한다.



이에 대한 옳은 설명만을 <보기>에서 있는 대로 고른 것은?
(단, A, B는 임의의 원소 기호이고, 피스톤의 마찰은 무시한다.)

보기

ㄱ. X는 2원자 분자이다.
ㄴ. (가)와 (나)에는 B_2가 들어 있다.
ㄷ. A_2 3몰과 B_2 1몰을 넣고 반응시켰을 때, 반응 후 피스톤의 높이는 6 cm 이다.

양진석의 해설

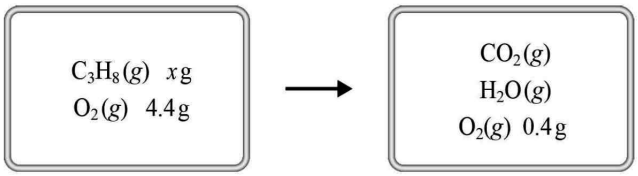
[생성물질이 무엇인지를 확인해 보는 것이 관건이다.]
사실 이 문제 기출문제인데 답을 알고 풀면 금방 풀리지만 그 과정이 상당히 중요한 문제야!
생성물질이 2원자 분자인 3원자 분자인지 혹 4원자 분자인지!!
이것들 때문에 반응식의 계수비가 변할 수 있기 때문에 매우 중요한 부분이다.
정답 ㄴ, ㄷ

NOTE

Case 8 강철용기 관련 문제

Case 8-1 강철용기 관련

그림은 프로페인(C_3H_8) Xg과 산소(O_2) 4.4g이 들어 있는 강철 용기에서 프로페인은 모두 소모되고 산소는 0.4g이 남은 반응이 일어날 때 반응 전.후의 상태를 나타낸 것이다.



반응 전 반응 후

이에 대한 설명으로 옳은 것만을 <보기>에서 있는 대로 고른 것은?
(단, 반응 전.후의 온도 변화는 없고, 원자량은 H=1,C=12, O=16이다.)

보기

ㄱ. x는 2.2이다.
ㄴ. 프로페인과 산소는 1 : 5의 몰수비로 반응한다.
ㄷ. 용기 내 압력은 반응 전이 반응 후보다 크다. .

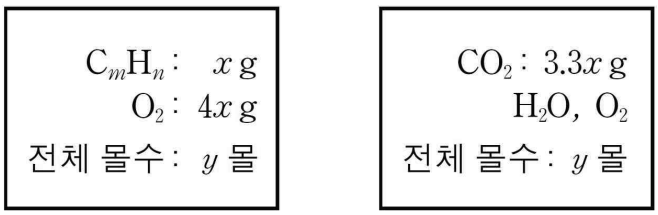
양진석의 해설

[일단 화학반응식부터 완결하자]
몰수를 비교해 보자 분자량과 질량의 관계를 알아야 한다.
정답 ㄴ

Case 8-2 강철용기 관련

NOTE

그림은 탄화수소 C_mH_n을 강철 용기에서 연소시키기 전과 후에 용기에 존재하는 물질에 대한 자료를 나타낸 것이다. 연소 후 용기 내 H_2O과 O_2의 질량은 표시하지 않았다.



연소 전 연소 후

이에 대한 설명으로 옳은 것만을 <보기>에서 있는 대로 고른 것은?
(단 H, C, O의 원자량은 각각 1, 12, 16 이다) [3점]

보기

ㄱ. C_mH_n 1몰이 연소되면 H_2O 3몰이 생성된다.
ㄴ. 연소 후 H_2O의 몰수는 $0.4y$몰보다 작다.
ㄷ. 연소 후 O_2의 질량은 $0.8x$ g 이다.

양진석의 해설

[일단 화학반응식부터 완결하자]
와우!! 알지? 이문제 정말 역대급이다.

1. **다음은 몰에 대한 자료이다.**

1몰은 6.02×10^{23}개의 입자 수를 말하며, 이 수를 아보가드로수(N_A)라고 한다.

이에 대한 설명으로 옳은 것만을 <보기>에서 있는 대로 고른 것은? 3)
(단, H, C의 원자량은 각각 1, 12이다.)

보기

ㄱ. 흑연(C) 1g에 있는 탄소 원자 수는 $\frac{N_A}{12}$개이다.

ㄴ. 수소(H_2) 1몰에 있는 양성자 수의 합은 N_A개이다.

ㄷ. 메테인(CH_4) 1몰에 들어있는 탄소와 수소의 질량비는 4 : 1이다.

① ㄱ ② ㄴ ③ ㄱ, ㄷ ④ ㄴ, ㄷ ⑤ ㄱ, ㄴ, ㄷ

양진석의 해설

[2015학년도 7월 고3 전국연합학력평가 문제지]

답: ①

[출제의도] 몰과 아보가드로수 개념 적용하기

흑연(C) 1g의 탄소 원자 수는 $\frac{1}{12}$ 몰이므로 $\frac{N_A}{12}$개이다. 수소(H_2) 1몰에는 수소 원자가 2몰이 있으므로 양성자 수의 합은 $2N_A$개이다. 메테인(CH_4) 1몰의 탄소와 수소의 질량은 12g과 4g이므로 질량비는 3 : 1이다.

2. **표는 같은 온도와 압력에서 원소 A~C로 이루어진 기체에 대한 자료이다.**

분자식	A_2B	AC_3	C_2B
분자량	x	y	z
부피(L)	1	1	1.5
질량(g)	8.8	3.4	5.4

이에 대한 설명으로 옳은 것만을 <보기>에서 있는 대로 고른 것은?
(단, A~C는 임의의 원소 기호이다.)

보기

ㄱ. 분자의 몰수는 A_2B가 AC_3보다 크다.
ㄴ. 원자량은 B가 A보다 크다.
ㄷ. $y+z>x$이다.

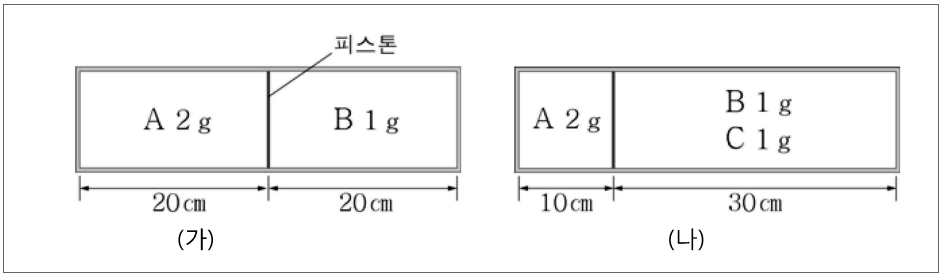
① ㄱ ② ㄴ ③ ㄷ ④ ㄱ, ㄴ ⑤ ㄴ, ㄷ

양진석의 해설

[2015학년도 7월 고3 전국연합학력평가 문제지]

답: ②
[출제의도] 기체의 자료를 이용하여 원자량과 분자량 분석하기
같은 온도와 압력에서 기체의 부피는 분자 수에 비례하므로 분자의 몰수는
A_2B : AC_3 : C_2B = 2 : 2 : 3이다. 원소 A~C의 원자량을 각각 a~c라고 하면
$2a+b=8.8k$, $a+3c=3.4k$, $2c+b=3.6k$이므로 a : b : c = 14 : 16 : 1 이다. 따라서
원자량은 B>A>C이고, 분자량 비는 A_2B : AC_3 : C_2B = 44: 17: 18이 되어 $x>y+z$이다.

3. **그림 (가)는 피스톤으로 분리된 용기에 기체 A 2 g과 기체 B 1g이 들어 있는 것을, (나)는 B가 들어 있는 부분에 기체 C 1g을 더 넣은 것을 나타낸 것이다. 온도는 일정하고, B와 C는 반응하지 않는다.**



기체의 분자량 비 A : B : C는? (단, 피스톤의 두께와 마찰은 무시한다.)

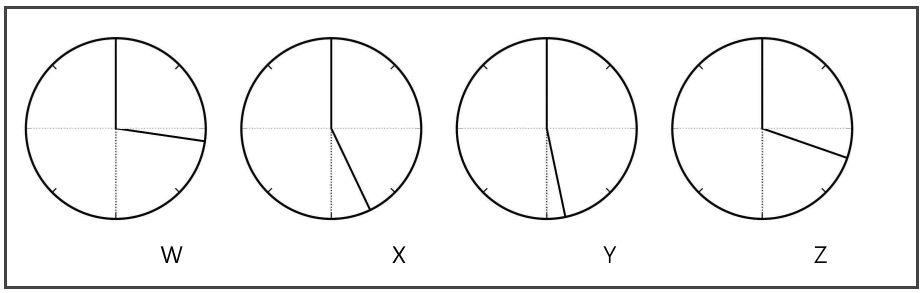
① 1 : 2 : 2 ② 1 : 2 : 4 ③ 2 : 1 : 1
④ 2 : 1 : 2 ⑤ 4 : 2 : 1

양진석의 해설

[2015학년도 3월 고3 전국연합학력평가 문제지]

답: ⑤
[출제의도] 아보가드로 법칙을 이해한다.
기체의 몰수 비(부피 비) A : B : C = 1 : 1 : 2이므로 분자량 비 A : B : C = 4 : 2 : 1이다.

4. **그림은 화합물 W~Z의 구성 원소의 질량 비율을 나타낸 것이다. W와 X는 각각 AC와 AC_2 중 하나이고, Y와 Z는 각각 BC와 BC_2 중 하나이다. 원자량은 A~C 중 C가 가장 크다.**



이에 대한 설명으로 옳은 것만을 <보기>에서 있는 대로 고른 것은?
(단, A~C는 임의의 원소 기호이다.)

보기

ㄱ. Y는 BC_2이다.
ㄴ. 원자량은 B>A이다.
ㄷ. X와 Z에서 C원자 1몰 당 결합한 A와 B의 몰수 비는 2 : 1이다.

① ㄱ ② ㄴ ③ ㄷ ④ ㄱ, ㄷ ⑤ ㄴ, ㄷ

양진석의 해설

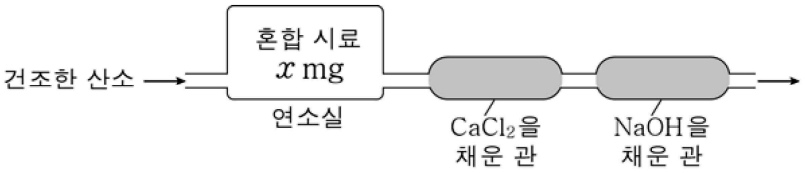
[2015학년도 6월 고3 전국연합학력평가 문제지]

답: ⑤
화합물을 구성하는 원소의 질량 비율 AC와 AC_2에서 C의 질량 비율이 AC_2가 더 크므로 W는 AC_2, X는 AC이다.
또한 BC와 BC_2에서 C의 질량 비율이 BC_2가 더 크므로 Y는 BC, Z는 BC_2이다.
[정답맞히기]
ㄴ. W와 Z에서 일정량의 C에 결합한 A와 B의 질량 비율이 B가 A보다 크므로 원자량은 B>A이다.
ㄷ. X는 AC이고, Z는 BC_2이므로 X와 Z에서 C 원자 1몰 당 결합한 A와 B의 몰수는 각각 1몰, 0.5몰이므로 A와 B의 몰수 비는 2:1이다.
[오답피하기] ㄱ. Y는 BC이다.

5. **다음은 탄화수소의 혼합물에서 성분 물질의 몰수 비를 구하는 실험이다.**

[실험 과정]

그림과 같은 장치에 CH_4과 C_2H_4의 혼합 시료 $x\,\mathrm{mg}$을 넣고 완전 연소시킨 다음, 염화 칼슘($CaCl_2$)을 채운 관과 수산화 나트륨(NaOH)을 채운 관의 증가한 질량을 구한다.



[실험 결과]

	$CaCl_2$을 채운 관	NaOH을 채운 관
증가한 질량(mg)	108	220

이에 대한 옳은 설명만을 <보기>에서 있는 대로 고른 것은?
(단, H, C, O의 원자량은 각각 1, 12, 16이다.)

보기

ㄱ. 혼합 시료 $x\,\mathrm{mg}$에 포함된 H의 질량은 6mg이다.
ㄴ. 혼합 시료에 포함된 원자의 몰수 비는 C : H = 5 : 12이다.
ㄷ. 혼합 시료에서 $\frac{\mathrm{CH_4의\ 몰수}}{\mathrm{C_2H_4의\ 몰수}}$ = 2이다.

① ㄴ ② ㄷ ③ ㄱ, ㄴ ④ ㄱ, ㄷ ⑤ ㄴ, ㄷ

양진석의 해설

[2015학년도 3월 고3 전국연합학력평가 문제지]

답: ①

[출제의도] 원소 분석 실험의 원리를 이해한다.

혼합 시료 $x\,\mathrm{mg}$에 포함된 H의 질량은 $108 \times \frac{2}{18} = 12(\mathrm{mg})$이고, C 의 질량은 $220 \times \frac{2}{18} = 60(\mathrm{mg})$이다.

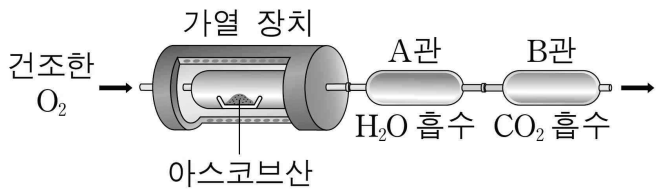
ㄴ. 혼합 시료에 포함된 원자의 몰수 비는 C : H = $\frac{60}{12} : \frac{12}{1}$ = 5 : 12이다.

[오답풀이] ㄷ. CH_4, C_2H_4의 몰수를 각각 x, y라고 하면 C : H = $(x + 2y) : (4x + 4y)$ = 5 : 12이므로

$\frac{\mathrm{CH_4의\ 몰수}}{\mathrm{C_2H_4의\ 몰수}} = \frac{x}{y} = \frac{1}{2}$이다.

6. **다음은 아스코브산(바이타민C)의 원소 분석 실험이다.**

[실험 과정 및 결과]



(가) 1.76g의 아스코브산을 그림과 같은 장치에 넣고 완전 연소시켰더니 CO_2와 H_2O만 생성되었다.

(나) A관과 B관의 증가한 질량을 구하였더니 표와 같았다.

	A관	B관
증가한 질량	0.72g	2.64g

아스코브산에 대한 설명으로 옳은 것만을 <보기>에서 있는 대로 고른 것은?
(단, H, C, O의 원자량은 각각 1, 12, 16 이다.)

보기

ㄱ. O는 아스코브산의 구성 원소이다.
ㄴ. C와 H의 몰수 비는 3 : 2 이다.
ㄷ. 실험식량은 88이다.

① ㄱ ② ㄴ ③ ㄱ, ㄷ ④ ㄴ, ㄷ ⑤ ㄱ, ㄴ, ㄷ

양진석의 해설

[2016학년도 대학수학능력시험 9월 모의평가]

답: ③

탄소 화합물의 성분 분석

아스코브산에 포함된 H, C, O의 질량과 실험식은 다음과 같이 구한다.

H의 질량 = 2 × A관의 증가한 질량 × $\frac{\text{H의 원자량}}{H_2O\text{의 분자량}}$ = 2 × 0.72 × $\frac{1}{18}$ = 0.08g

C의 질량 = B관의 증가한 질량 × $\frac{\text{C의 원자량}}{CO_2\text{의 분자량}}$ = 2.64 × $\frac{12}{44}$ = 0.72g

O의 질량 = 아스코브산의 질량 - (C의 질량+H의 질량) = 1.76 - (0.72 + 0.08) = 0.96 g

아스코브산 분자를 구성하는 원자의 몰수 비

= $\frac{\text{C의 질량}}{\text{C의 원자량}} : \frac{\text{H의 질량}}{\text{H의 원자량}} : \frac{\text{O의 질량}}{\text{O의 원자량}}$

= $\frac{0.72}{12} : \frac{0.08}{1} : \frac{0.96}{16}$ = 3 : 4 : 3이며, 실험식은 $C_3H_4O_3$이다.

[정답맞히기] ㄱ. 1.76g의 아스코브산에 H 0.08g과 C 0.72g이 들어 있으므로 아스코브산에는 0.96 의 O가 들어 있다.

ㄷ. 실험식량은 구성 원자의 원자량의 합과 같다. 아스코브산의 실험식은 C H O 이므로 실험식량은 12×3+1×4+16×3=88이다.

[오답피하기] ㄴ. C와 H의 몰수 비는

= =3 : 4 이다.

7. **다음은 2가지 화학 반응식이다.**

- $CH_4 + 2H_2O \rightarrow 4H_2 +$ (가)
- (나) $+ 3H_2 \rightarrow 2NH_3$

이에 대한 옳은 설명만을 <보기>에서 있는 대로 고른 것은?
(단, H의 원자량은 1이다.)

보기

ㄱ. (가)는 CO_2이다.
ㄴ. (나)는 2원자 분자이다.
ㄷ. 암모니아 2몰을 얻기 위해 필요한 수소는 3g이다.

① ㄱ ② ㄷ ③ ㄱ, ㄴ ④ ㄴ, ㄷ ⑤ ㄱ, ㄴ, ㄷ

양진석의 해설

[2015학년도 3월 고3 전국연합학력평가 문제지]

답: ③
[출제의도] 화학 반응식을 완성한다.
ㄱ, ㄴ. (가)는 CO_2, (나)는 N_2이다.
[오답풀이]
ㄷ. NH_3 2몰을 얻기 위해 필요한 H_2는 6g이다.

8. **다음은 X_2Y_4와 Z_2로부터 X_2와 Y_2Z가 생성되는 반응의 화학 반응식이다.**

$$aX_2Y_4 + bZ_2 \rightarrow cX_2 + dY_2Z \ (a \sim d\text{는 반응 계수})$$

표는 반응 용기에 X_2Y_4와 Z_2를 넣고 반응시켰을 때, 반응 전과 후 각 물질의 질량을 나타낸 것이다. X_2Y_4와 Z_2 중 어느 한 물질은 모두 반응한다.

물질	X_2Y_4	Z_2	X_2	Y_2Z
반응 전 질량(g)	8	24	0	0
반응 후 질량(g)	-	-	7	9

이에 대한 옳은 설명만을 <보기>에서 있는 대로 고른 것은?
(단, X ~ Z는 임의의 원소 기호이다.)

보기

ㄱ. $a + b = c + d$이다.
ㄴ. X_2Y_4와 Z_2는 분자량이 같다.
ㄷ. 원자량 비는 Y : Z = 1 : 8이다.

① ㄱ ② ㄴ ③ ㄷ ④ ㄱ, ㄷ ⑤ ㄴ, ㄷ

양진석의 해설

[2015학년도 3월 고3 전국연합학력평가 문제지]

답: ②
[출제의도] 화학 반응에서의 양적 관계를 파악한다.
화학 반응식은 $X_2Y_4 + Z_2 \rightarrow X_2 + 2Y_2Z$이다.
ㄴ. 질량 보존 법칙에 의해 X_2Y_4가 모두 반응하고, Z_2가 16g 남는다. 반응한 X_2Y_4 8g과 Z_2 8g의 몰수 비가 1 : 1이므로 X_2Y_4와 Z_2의 분자량은 같다.
[오답풀이]
ㄷ. 반응한 X_2Y_4 8g, Z_2 8g과 생성된 X_2 7g의 몰수 비가 1 : 1 : 1이므로 원자량 비는 X : Y : Z = 14 : 1 : 16이다.

9. **다음은 황산(H_2SO_4)이 생성되는 화학 반응식이다.**

$$A(g) + 2B(g) + 2H_2O(l) \rightarrow 2H_2SO_4(l)$$

표는 양을 달리한 A와 B를 충분한 양의 물과 반응시킨 실험 결과를 나타낸 것이다. 실험 Ⅰ에서는 A가, Ⅱ에서는 B가 모두 반응하였다.

실험	반응 전		반응 후
	A의 질량(g)	B의 질량(g)	H_2SO_4의 질량(g)
Ⅰ	0.8	5.2	4.9
Ⅱ	2.0	6.4	x

이에 대한 설명으로 옳은 것만을 <보기>에서 있는 대로 고른 것은?
(단, H, O, S의 원자량은 각각 1, 16, 32이다.)

보기

ㄱ. 실험 Ⅰ에서 반응한 물의 질량은 0.9g이다.
ㄴ. B의 분자량은 64이다.
ㄷ. 실험 Ⅱ에서 남아 있는 A가 모두 반응하기 위해 필요한 B의 최소 질량은 1.6g이다.

① ㄱ ② ㄷ ③ ㄱ, ㄴ ④ ㄴ, ㄷ ⑤ ㄱ, ㄴ, ㄷ

양진석의 해설

[2015학년도 4월 고3 전국연합학력평가 문제지]

답 ⑤

[출제의도] 화학 반응의 양적 관계 이해하기

화학 반응식에서 반응물과 생성물의 반응 몰수 비는 A : B : H_2O : H_2SO_4 = 1 : 2 : 2 : 2 이다.

실험 Ⅰ에서 H_2SO_4은 $\frac{4.9g(\text{생성된 질량})}{98g/mol(\text{황산1몰의 질량})}$=0.005몰 생성되었으므로 반응한 반응물의 몰수는

A, B, H_2O이 각각 0.025몰, 0.05몰, 0.05몰이다.

ㄱ. 실험 Ⅰ에서 반응한 H_2O의 질량은 0.05몰×18g/몰=0.9g이다.

ㄴ 질량 보존의 법칙에 따라 실험 Ⅰ에서 반응한 B의 질량은 생성된 황산의 질량에서 반응한 A와 H_2O의 질량을 뺀 값과 같으므로, 반응한 B의 질량은 4.9g−(0.8g+ 0.9g)=3.2g이다. 따라서 분자량은 반응한 질량을 반응한 몰수로 나눈 값이므로, A의 분자량=$\frac{0.8}{0.0025}$=32, B의 분자량= $\frac{3.2}{0.005}$=64이다. A와 B는 각각 O_2와 SO_2이다.

ㄷ. 실험 Ⅰ에서 A가 0.8g 반응할 때 B는 3.2g반응했으므로, 실험 Ⅱ에서 A 2.0g이 모두 반응하기 위해 필요한 B의 최소 질량은 8.0g이다. 따라서 B 6.4g과 반응하고 남아 있는 A가 모두 반응하기 위해 필요한 B의 최소 질량은 8.0 g−6.4g=1.6g이다.

10. **다음은 용광로에서 산화철을 철(Fe)로 제련할 때 일어나는 화학 반응이다.**

코크스(탄소) + 산소 → 일산화 탄소 산화철 + 일산화 탄소 → 철 + 이산화 탄소

탄소(C) 72g으로 만든 일산화 탄소(CO)를 모두 사용하여 산화철을 Fe로 제련하려고 한다. 산화철로 Fe_2O_3 을 사용할 때와 Fe_3O_4을 사용할 때, 생성되는 Fe의 질량(g) 차는?
(단, C, Fe 의 원자량은 각각 12, 56이다. 모든 C는 CO가 된다고 가정하며, 산화철의 양은 충분하다.)
① 28 ② 56 ③ 72 ④ 84 ⑤ 112

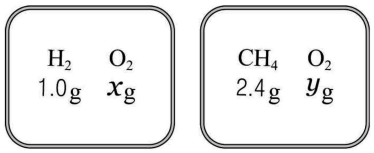
양진석의 해설

[2015학년도 6월 고3 전국연합학력평가 문제지]
답: ①
철의 생산 과정과 산화 환원 반응
[정답맞히기] ① 반응하거나 생성되는 물질의 몰수 비는 화학 반응식의 계수비와 같다. 탄소(C) 72g은 6몰(=$\frac{72g}{12g/몰}$)이고, $2C+O_2 \rightarrow 2CO$에서 C와 CO의 계수 비는 1:1이므로 C 72g으로 CO 6몰을 만들 수 있다.
Fe_2O_3을 사용할 때 $F_2O_3 + 3CO \rightarrow 2Fe + 3CO_2$의 반응에서 CO와 Fe의 계수 비는 3:2이므로 6몰의 CO로 Fe 4몰을 생성할 수 있다.
Fe_3O_4을 사용할 때 $F_3O_4 + 4CO \rightarrow 3Fe + 4CO_2$의 반응에서 CO와 Fe의 계수 비는 4:3이므로 6몰의 CO로 Fe 4.5몰을 생성할 수 있다. 따라서 Fe_2O_3와 Fe_3O_4을 사용할 때 생성되는 Fe의 몰수 차이가 0.5몰이므로 질량 차이는 28g이다.

11. **다음은 수소(H_2)와 메테인(CH_4)의 연소 실험이다.**

[실험 과정]

(가) 그림과 같이 강철 용기에 기체를 넣는다.



(나) 두 용기의 기체를 각각 연소시킨 후, 남은 물질의 종류와 질량을 구한다.

[실험 결과]

용기	I	II
남은 물질	O_2 H_2O	CH_4 CO_2 H_2O
질량(g)	10.6	8.8

이에 대한 설명으로 옳은 것만을 <보기>에서 있는 대로 고른 것은?

(단, H, C, O의 원자량은 각각 1, 12, 16이다.)

보기

ㄱ. x : y = 3 : 2이다.

ㄴ. II에서 반응한 CH_4의 분자 수는 0.1몰이다.

ㄷ. 생성된 H_2O의 질량은 I에서가 II에서의 2배이다.

① ㄱ ② ㄷ ③ ㄱ, ㄴ ④ ㄴ, ㄷ ⑤ ㄱ, ㄴ, ㄷ

양진석의 해설

[2015학년도 7월 고3 전국연합학력평가 문제지]

답: ③

[출제의도] 수소와 메테인의 연소 실험에서 물질의 양적관계 이해하기

반응 전후에 용기 내부의 질량은 일정하므로 1.0+x=10.6, 2.4+y=8.8, x : y=3 : 2이다. 반응 전후의 질량(g) 변화는 다음과 같다.

	I			II			
	$2H_2$	+ O_2	→ $2H_2O$	CH_4	+ $2O_2$	→ CO_2	+ $2H_2O$
반응 전	1	9.6		2.4	6.4		
반응	-1	- 8	+ 9	-1.6	-6.4	+4.4	+3.6
반응 후	0	1.6	9	0.8	0	4.4	3.6

II에서 반응한 CH_4의 분자수는 $\frac{1.6}{16}$=0.1몰이고, 생성된 H_2O의 질량은 I이 II의 $\frac{9}{3.6}$=2.5배이다.

Ⅱ 개성 있는 원소

01 원자의 구조
02 보어의 모형이론과 오비탈
03 주기적 성질

10강 원자의 구성입자, 11강 원소의 기원

NOTE

01. 원자의 구조

1. 원자를 구성하는 입자

Tip!

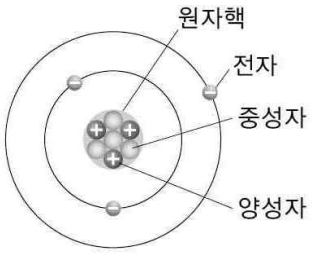
원자를 구성하는 입자 : 원자핵과 전자!

원자핵 : 양성자와 중성자

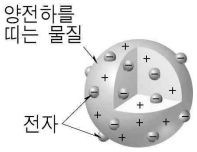
양성자 : ____ + ____ + ____

중성자 : ____ + ____ + ____

★음극선 : 진공관에 낮은 압력의 기체를 넣고 높은 전압을 걸어 줄때 (-)극에서 (+)극 쪽으로 빛을 내며 흐르는 선



구성 입자		질량(g)	상대적 질량	전하량(C)	상대적 전하
원자핵	양성자(p)	1.673×10^{-24}	1	$+1.6\times10^{-19}$	+1
	중성자(n)	1.675×10^{-24}	1	0	0
전자(e^-)		9.11×10^{-28}	$\frac{1}{1837}$	-1.6×10^{-19}	−1



▲ 톰슨의 원자 모형

2. 전자의 발견

Tip! 전자의 특징 : 직진성, 입자성, 전하성

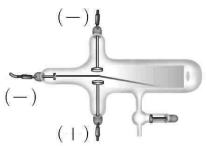
전자의 발견 : (톰슨 1897년)

① 톰슨의 음극선 실험과 전자의 발견

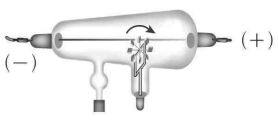
- 음극선 실험 결과를 해석 하여 음극선이 (-)전하를 띤 입자의 흐름이라는 것을 알아내고 이 입자를 전자라고 하였다.
- 톰슨은 음극선이 전기장이나 자기장에서 휘어지는 사실을 이용하여 전자의 질량에 대한 전하량의비 ($\frac{e}{m}$; 비전하량)를 측정하면 그 값이 항상 일정 하다는 것을 발견

전자 발견의 의의

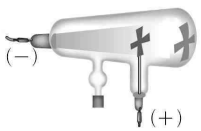
→ 음극선관의 전압의 크기 전극으로 사용한 금속의 종류, 넣어준 기체의 종류에 관계 없이 일정



전기장을 통과할 때 (+)극 쪽으로 휘어지는 것을 통해 음극선은 (−)전하를 띠고 있음을 알 수 있다.



음극선이 흐르는 곳에 바람개비를 놓아두면 바람개비가 돌아감을 통해 음극선이 질량을 가진 입자임을 알 수 있다.



음극선이 흐르는 곳에 장애물을 놓으면 그림자가 생기는 것을 통해 음극선의 직진성을 알 수 있다.

② 톰슨의 원자 모형 : 음극선 실험 결과를 바탕으로 (+)전하가 고르게 분포 되어 있는 물질 속에 (-)전하를 띤 전자가 듬성듬성 박혀있는 원자 모형을 제안 하였다.

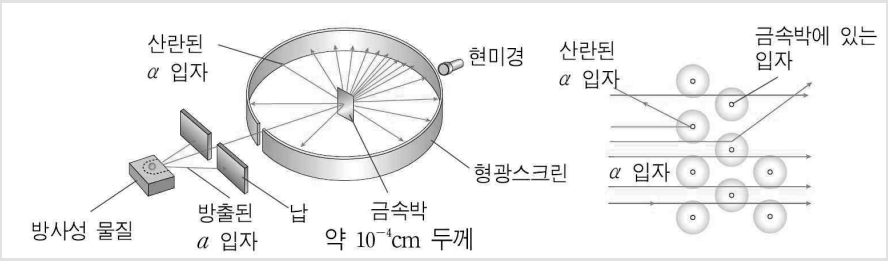
3. 원자핵의 발견

Tip! α선 산란 실험의 결과를 해석하라!

NOTE

원자핵의 발견 : (러더퍼드 1911년)

① α입자산란 실험



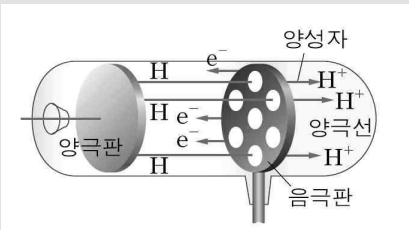
결론

α(알파) 입자 산란 실험을 통해 원자는 대부분 빈공간이며 원자의 중심에 부피가 매우 작고 원자질량의 대부분을 차지하는 (+)전하를 띤 부분이 존재한다는 것을 발견하여 이 부분을 원자핵이라고 하였다.

② **러더퍼드의 원자모형** : α(알파)입자 산란 실험 결과를 바탕으로 (+)전하를 띤 원자핵이 중앙에 위치하며 원자핵 주위를 (-)전하를 띤 전자가 돌고 있는 원자모형을 제안하였다.

4. 양성자의 발견 : (골트슈타인, 러더퍼드)

① **골트슈타인 (1886년)** : 진공 방전관에 소량의 수소기체를 넣고 고전압을 걸어 주었을 때 (+)극에서 (-)극 쪽으로 이동하는 입자의 흐름을 발견하고 이를 양극선이라고 하였다.



② **러더퍼드(1919년)** : 양극선이 수소의 원자핵 즉, 양성자의 흐름이라는 것을 밝혀냈다

5. 중성자의 발견 (채드윅 1932년)

베릴륨(Be) 원자핵에 α입자를 충돌 시킬 때 전하를 띠지 않는 입자가 방출 되는 것을 발견 하고 이 입자를 중성자라고 하였다. 중성자의 발견으로 헬륨 원자핵의 질량을 설명 할 수 있게 되었다.

$$^{9}Be + {}^{4}He \longrightarrow {}^{12}C + {}^{1}n$$

(중성자)

NOTE

6. 원자번호와 질량수

① **원자번호** : 원자핵 속에 들어 있는 양성자수를 의미한다.

Tip! 원자번호 = 양성자수 = 중성원자의 전자 수

② **질량수** : 양성자수와 중성자수를 합한 수를 질량수라고 한다.

Tip! 질량수 = 양성자수 + 중성자수

원소기호 표시

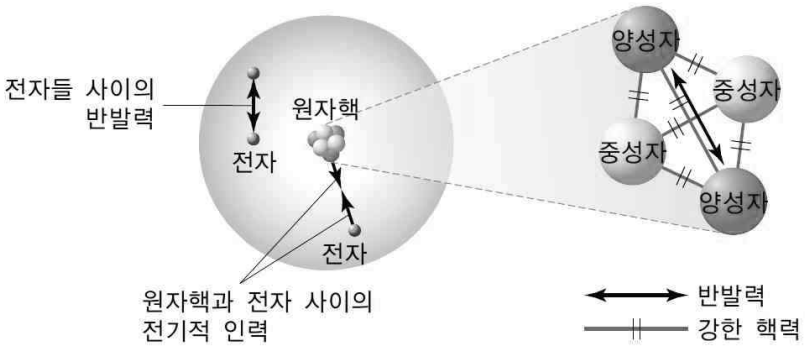
질량수=양성자 수+중성자 수

$^{12}_{6}C$ — 원소 기호

원자 번호=양성자 수=원자의 전자 수

02 . 원소의 기원

1. 원자를 구성하는 입자 사이에 작용하는 힘



원자핵과 전자들 사이에 작용하는 전기력과 핵력

① 전기적 인력 : 반대 전하를 띠는 입자 사이에는 전기적 인력이 작용한다. 양전하를 띤 양성자와 음전하를 띤 전자 사이에는 전기적 인력이 작용한다.

② 전기적 반발력 : 같은 전하를 띠는 입자 사이에는 전기적 반발력이 작용한다. 양성자와 양성자, 전자와 전자 사이에는 전기적 반발력이 작용한다.

③ 강한 핵력 : 원자핵을 구성하는 힘을 강한 핵력이라고 한다. 원자핵은 양성자와 중성자로 이루어져 있으며, 이들 사이에는 강한 핵력이 작용하여 원자핵이 유지된다. 이로 인해 양성자가 2개 이상인 원자핵이 존재할 수 있다.

2. 핵융합

① 핵융합 : 2개 이상의 가벼운 원자핵이 결합하여 무거운 원자핵이 되는 반응을 핵융합이라고 하며, 핵융합 과정에서 에너지가 방출된다.

② 별에서의 핵융합

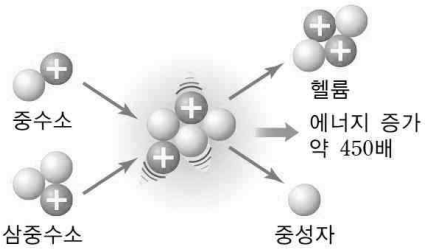
- 태양과 같은 별의 내부에서는 수소 원자핵인 양성자들의 핵융합 반응으로 헬륨 원자핵이 생성된다.
- 별이 내는 빛은 핵융합 반응에서 방출되는 에너지이다.
- 별의 중심핵에 있는 수소가 모두 사용되면 중력에 의한 수축이 일어나 중심 온도가 상승하면서 헬륨 원자 간의 핵융합 반응이 일어나 탄소 원자핵이 생성된다.

3. 원소의 기원과 생성 과정

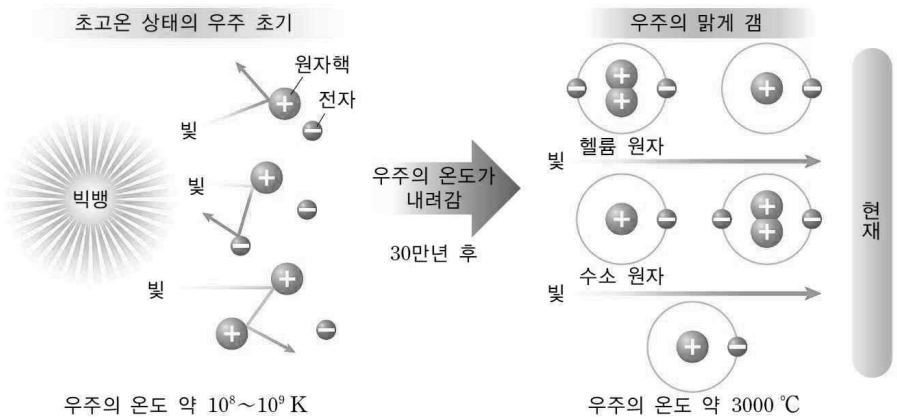
① 가벼운 원소의 생성

- 쿼크와 전자의 생성 : 빅뱅(우주 대폭발)으로부터 우주가 시작되고, 쿼크와 전자가 생성되었다.
- 양성자와 중성자의 생성 : 우주의 온도가 낮아지면서 쿼크의 결합으로 양성자와 중성자가 생성되었다. 양성자와 중성자는 각각 3개의 쿼크가 모여 생성된다.
- 중수소와 헬륨 원자핵의 생성 : 양성자는 수소의 원자핵이며, 우주의 온도가 약 수백만 ℃로 낮아지자 양성자와 중성자들이 결합하여 중수소 원자핵과 헬륨 원자핵이 만들어졌다.

$$^{2}_{1}\mathrm{H} + ^{3}_{1}\mathrm{H} \longrightarrow ^{4}_{2}\mathrm{He} + ^{1}_{0}\mathrm{n}$$



- 원자의 생성 : 우주의 온도가 약 3000℃로 낮아지면서 전자의 운동이 느려지고, 수소 원자핵과 헬륨 원자핵에 전자가 붙잡혀 원자가 만들어졌다.



② 별의 탄생과 무거운 원소의 생성 : 우주가 식어감에 따라 수소와 헬륨이 모여 밀도가 증가하면서 별이 탄생하였고, 별의 내부에서 수소의 핵융합 반응을 시작으로 헬륨, 탄소, 산소, 네온, 규소, 철 등의 원소들이 생성되었다.

③ 초신성 폭발과 철보다 무거운 원소의 생성 : 별의 진화의 마지막 단계에서 초신성 폭발이 일어나면서 철보다 무거운 원소들이 생성되었다.

NOTE

헬륨의 핵융합

헬륨의 핵융합은 다음과 같은 반응 과정을 통해 이루어진다.

$$2\,^{4}_{2}\mathrm{He} \rightleftarrows ^{8}_{4}\mathrm{Be}$$

$$^{8}_{4}\mathrm{Be} + ^{4}_{2}\mathrm{He} \rightleftarrows ^{12}_{6}\mathrm{C}$$

$^{8}_{4}\mathrm{Be}$의 반감기가 매우 짧아 다시 헬륨 핵으로 되돌아가기 때문에 가역 반응으로 표현한다.

초신성 폭발

별의 중심에 위치한 철은 더 이상의 핵융합이 일어나지 않아 수명이 다한 별이 되는데, 이런 별이 폭발하는 것을 초신성 폭발이라고 한다. 초신성 폭발 때 온도가 매우 높으므로 철보다 무거운 원소가 생성된다.



Ⅱ 개성 있는 원소

NOTE

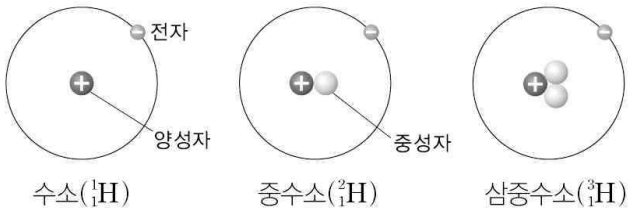
"신의 한 수 " "동위 원소 정의"

정의 :

동위원소 양성자수가 같아 원자번호는 같으나 중성자수가 달라 질량수가 다른 원소로 화학적 성질은 같고 밀도 등의 물리적 성질은 다르다.

예 수소의 동위 원소

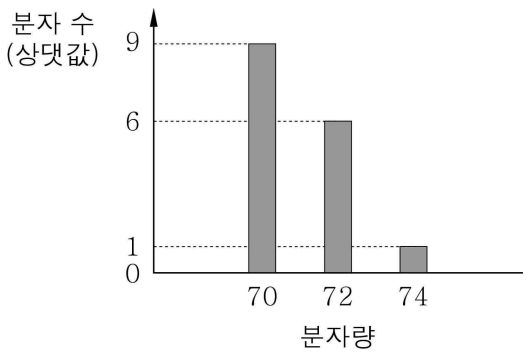
동위 원소	$^{1}_{1}H$	$^{2}_{1}H$	$^{3}_{1}H$
양성자 수	1	1	1
중성자 수	0	1	2
전자 수	1	1	1



수소($^{1}_{1}H$) 중수소($^{2}_{1}H$) 삼중수소($^{3}_{1}H$)

"신의 한 수 " "동위 원소 "

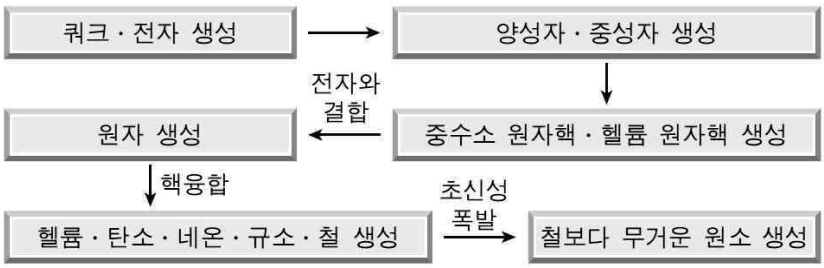
그림은 분자량에 따른 X_2의 분자 수를 상댓값으로 나타낸 것이다. 자연계에 존재하는 X_2의 분자량은 모두 3가지이다.



X의 동위 원소 종류의 수와 평균 원자량?

"신의 한 수 " "원소의 기원"

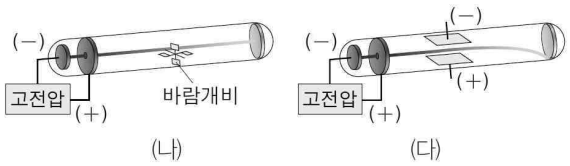
NOTE



신의 한 수 " "톰슨의 전자 발견"

다음은 톰슨의 음극선 실험이다.

(가) 음극선관에 고전압을 걸어 주면 (+)극 쪽의 형광판에서 음극선이 검출된다.
(나) 음극선의 진행 경로에 바람개비를 두면 바람개비가 회전한다.
(다) 음극선은 외부에서 전기장을 걸어 주면 전기장의 (+)극 쪽으로 휘어진다.



이에 대한 설명으로 옳은 것만을 <보기>에서 있는 대로 고른 것은?

보기

ㄱ. (가)의 결과로 음극선이 직진하는 입자의 흐름임을 알 수 있다.
ㄴ. (나)의 결과로 음극선을 구성하는 입자가 질량을 가지고 있음을 알 수 있다.
ㄷ. 전극을 구성하는 금속의 종류에 관계없이 (가), (나), (다)의 결과는 같다.

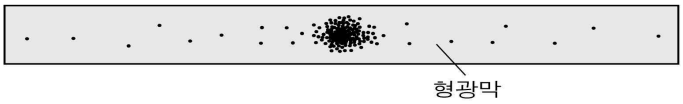
① ㄱ ② ㄴ ③ ㄷ ④ ㄱ, ㄷ ⑤ ㄴ, ㄷ

Ⅱ 개성 있는 원소

NOTE

"신의 한 수 "

"러더퍼드의 실험 결과에 대한 분석"



A B C

A부분의 의미 :

B부분의 의미 :

C부분의 의미 :

원자가 대부분이 빈 공간으로 되어 있는 근거는?

원자핵은 +성질에 대한 근거는?

원자핵이 매우 단단하고 질량이 큰 근거는?

NOTE

12강 보어의 이론

NOTE

01 .보어의 원자론

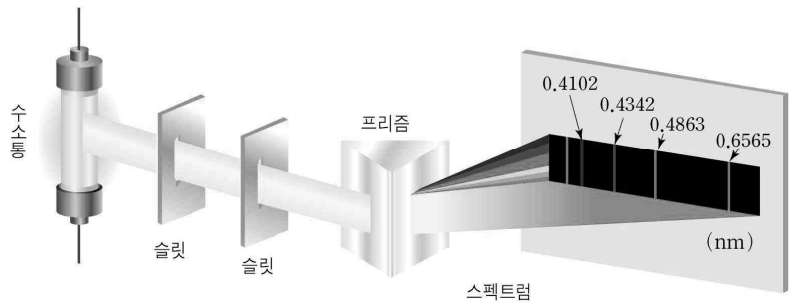
1. 수소의 선 스펙트럼과 보어의 원자 모형

1) 수소 원자의 선 스펙트럼

① **스펙트럼** : 빛은 파장에 따라 굴절률이 다르므로 빛을 프리즘에 통과 시키면 각 파장별로 빛이 분산되어 색의 띠가 나타난다. 이때 나타나는 색의 띠를 스펙트럼이라고 한다.

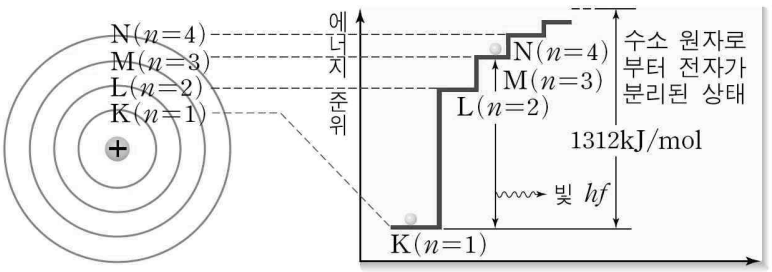
② **연속 스펙트럼** : 햇빛을 프리즘에 통과 시키면 연속적인 색깔의 띠가 나타난다.

③ **수소 원자의 선 스펙트럼** : 수소기체를 방전관에 넣어 방전시키면 수소 원자의 전자가 에너지를 얻어 들뜬 상태가 되었다가 다시 에너지가 낮은 상태로 되면서 에너지가 빛의 형태로 방출 되는데 이때 방출 되는 빛을 프리즘으로 분산시키면 불연속적인선으로 나타난다.



④ **수소 원자의 에너지 값** : 수소 방전관에서 몇 개 파장의 빛만 방출하므로 수소 원자는 특정한 에너지의 빛만 방출 한다.

→ 수소 원자가 가질 수 있는 에너지는 불연속적이다.



2. 보어의 원자 모형

1) 보어의 원자 모형

① 전자가 원자핵 주위를 돌고 있는 러더퍼드의 원자 모형에서 나타나는 문제점을 해결하기 위해 보어는 궤도(전자껍질) 모형을 제시하였다.

→ 러더퍼드 원자 모형의 문제점 : 원자핵 주위를 도는 전자는 끊임없이 전자기파를 방출하여 에너지가 감소하게 되어 결국에는 원자핵과 충돌하여야 한다. 따라서 러더퍼드 원자 모형에 의하면 원자는 매우 불안정해야 하지만 그렇지 않다. 또한 전자가 원자핵 주위를 돌면서 계속해서 에너지를 방출하게 되므로 연속 스펙트럼이 관찰되어야 하지만 불연속적인 선스펙트럼이 관찰된다.

② **전자껍질** : 전자는 핵주위의 특정한 에너지 준위를 가진 궤도에서만 원운동을 하는데 이 궤도를 전자껍질이라고 한다.

→ 일정한 에너지를 갖는 전자껍질 내에서 원 운동하는 전자는 에너지를 방출하지 않으므로 원자는 안정하다.

- **주양자수** : 원자핵에서 가까운 전자껍질부터 K(n=1)껍질, L(n=2)껍질, M(n=3)껍질 이라고 부르며 여기서 n을 주양자수라고 한다.
- **각 전자껍질이 가지는 에너지 준위와 주양자수와의 관계**

NOTE

$$E_n = -\frac{1312}{n^2}\ \text{kJ/mol}(n=1, 2, 3, \cdots)$$

➡ 전자껍질의 에너지 준위 크기 : K<L<M<N<…

③ 전자 전이와 에너지 출입 : 에너지 준위가 다른 전자껍질로 전자가 전이 할 때에는 두 전자껍질의 에너지 차이만큼의 에너지를 흡수하거나 방출한다.

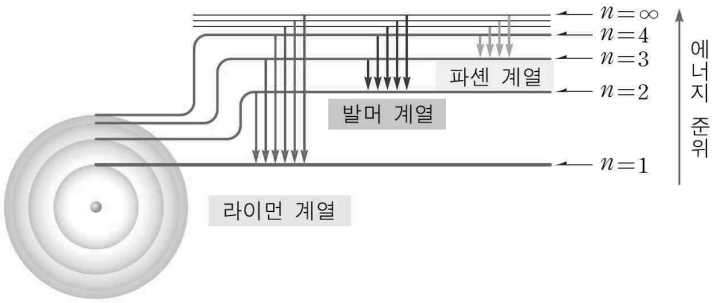
2) 보어의 원자 모형에 따른 수소 원자의 선 스펙트럼 해석

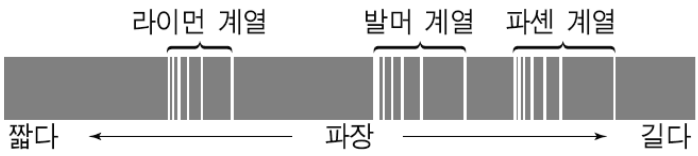
① 수소 원자의 에너지 준위가 불연속적이므로 수소 원자의 스펙트럼은 불연속적인 선으로 나타난다.

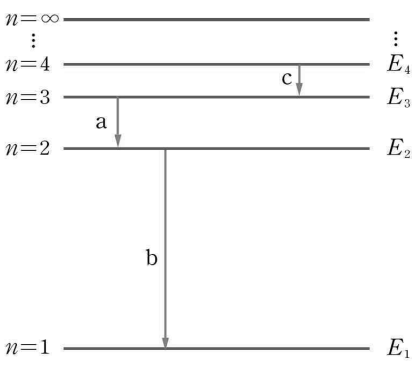
② 수소 원자의 스펙트럼 계열

"신의 한 수"

"보어 실험 결과에 대한 분석"







에너지준위 계산!!

질문 1 에너지가 큰 순서부터 나열하시오

질문 2 파장이 큰 순서부터 나열하시오

질문 3 자외선은?

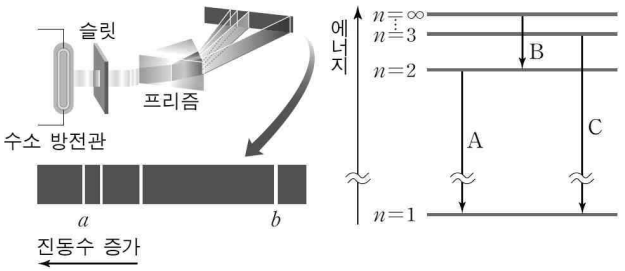
질문 4 가시광선은?

질문 5 적외선은?

NOTE

"신의 한 수" "실전 연습1 – 에너지 계산"

그림 (가)는 수소 원자의 가시 광선 영역의 선 스펙트럼을, (나)는 수소 원자의 주양자수 n에 따른 에너지 준위($E_n = -\frac{k}{n^2}\text{kJ/mol}$)와 전자 전이 A~C를 나타낸 것이다.



(가) (나)

이에 대한 설명으로 옳은 것만을 <보기>에서 있는 대로 고른 것은?

보기

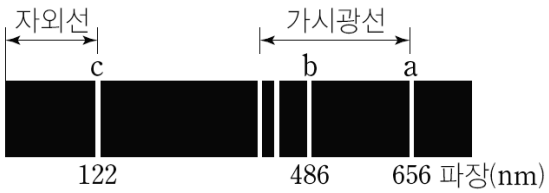
ㄱ. A에서 방출되는 빛의 에너지는 $\frac{3k}{4}\text{kJ/mol}$이다.
ㄴ. B에서 방출되는 빛은 스펙트럼 선 b에 해당한다.
ㄷ. A와 C에서 방출되는 빛의 진동수 차이는 스펙트럼 선 b의 진동수와 같다.

① ㄱ ② ㄴ ③ ㄷ ④ ㄱ, ㄷ ⑤ ㄴ, ㄷ

[정답] ④

"신의 한 수" "실전 연습2 – 에너지 계산"

다음은 수소 원자의 선 스펙트럼을 나타낸 것이다.



이에 대한 설명으로 옳은 것만을 <보기>에서 있는 대로 고른 것은?

(단, 수소의 에너지 준위는 $E_n = -\frac{1312}{n^2}\text{kJ/mol}$이다.)

보기

ㄱ. a와 b의 에너지비는 20 : 27이다.
ㄴ. 수소 원자의 에너지 준위는 불연속적이다.
ㄷ. 수소 방전관에 더 높은 에너지를 가하면 c가 122nm보다 더 짧은 파장에서 관찰된다.

① ㄱ ② ㄴ ③ ㄱ, ㄴ ④ ㄱ ⑤ ㄴ, ㄷ

[정답] ③

13, 14강 오비탈

01 . 현대적 원자 모형

NOTE

1. 오비탈(Orbital)

1) 오비탈(Orbital)

① 전자는 질량이 매우 작고 빠르게 운동하며 입자적인 성질뿐만 아니라 파동적인 성질도 가지고 있다.

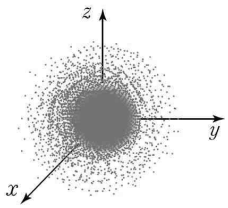
→ 원자 크기 정도의 매우 작은 공간에서 운동하는 전자는 입자적인 성질보다 파동적인 성질이 더 강하게 나타나므로 원자 내에 전자의 상태는 파동성을 이용하여 설명한다.

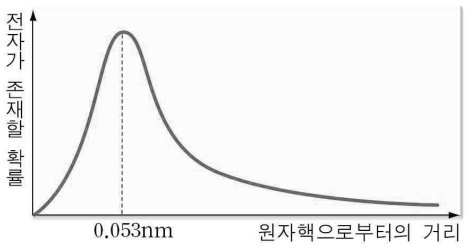
② 원자 내에 전자는 그 위치와 운동량을 정확하게 알 수 없으며 단지 어떤 특정 공간에서 전자가 발견될 확률만을 알 수 있다. 이때 전자가 원자핵 주위에 발견될 확률을 나타내는 함수를 오비탈 또는 궤도함수라고 한다.

③ **오비탈에 의한 현대의 원자 모형** : 전자를 존재 확률로 나타내면 원자의 경계가 뚜렷하지 않고 구름처럼 보이므로 전자 구름 모형이라고 한다.

④ **오비탈을 나타내는 방법**

- 점밀도 그림(전자구름모형) : 전자의 존재 확률을 점으로 나타내는 방법이다.
- 경계면 그림 : 전자의 존재 확률이 90%가 되는 지점들을 연결한 경계면으로 나타내는 방법이다.





2) 오비탈의 종류와 표시

① **다전자원자의 선 스펙트럼** : 수소 원자의 선 스펙트럼 보다 선의 수가 매우 많다. 또한 각각의 선을 정밀한 분광기로 자세히 관찰하면 1개의 선으로 생각 되었던 것이 여러 개의 선으로 이루어져 있어 가까이 모여 무리를 지은 선들이 띄엄띄엄 나타난다.

→ 이것은 하나의 전자껍질 속에 전자가 가질 수 있는 에너지 상태가 여러 가지 존재한다는 것을 의미 한다.

② **오비탈의 종류** : 같은 전자 껍질, 즉 주양자수(n)는 같지만 에너지 상태가 조금씩 다른 오비탈이 있는데 이를 각운동량 양자수(부양자수; l)라고 하며 모양에 따라 s, p, d, f 등의 기호를 사용하여 나타낸다.

③ **오비탈의 표시**

오비탈의 모양 → $2p_x^{1}$ ← 전자 수

주양자수 → $2p_x^{1}$ ← 오비탈의 공간 방향

주양자수는 2이고 오비탈의 종류는 p_x이며, 이 오비탈에 전자가 1개 존재한다.

NOTE

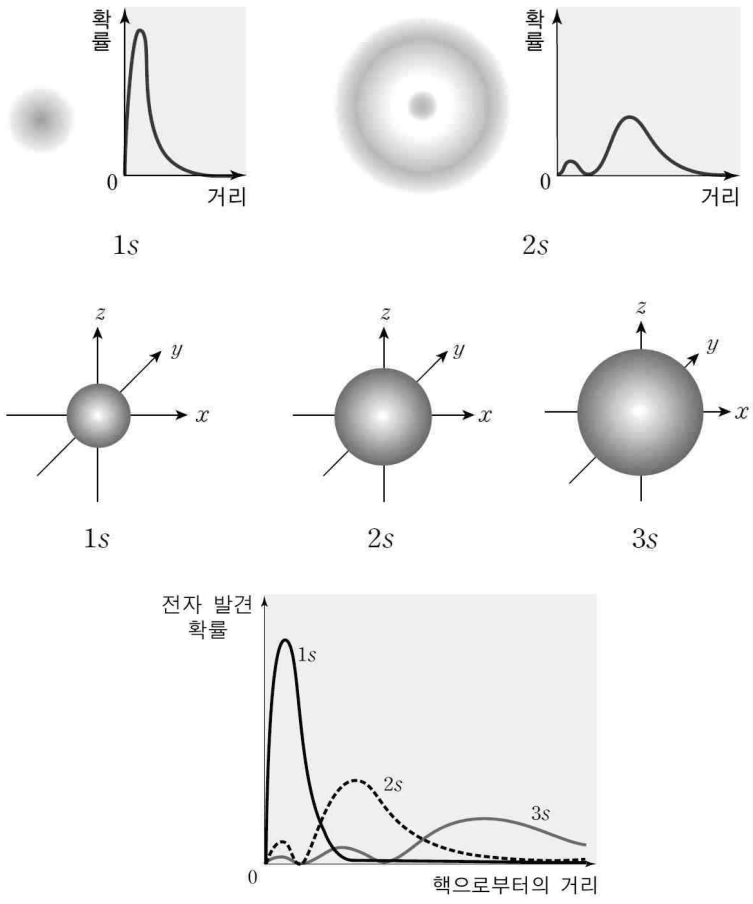
3) 오비탈의 모양

① **s 오비탈** : 구형

- 전자가 존재 할 확률은 핵으로 부터의 거리에만 의존 한다.
  → 특정한 방향성이 없다.
- 주양자수에 따라 모양은 같지만 크기가 다른 s 오비탈이 존재하며 주양자수가 클수록 오비탈의 크기가 커지고 에너지가 높아진다.
  → 에너지의 크기 : $1s < 2s < 3s < \cdots$
- 주양자수가 2이상인 s 오비탈에는 전자 발견 확률이 0인 곳이 있으며 이를 마디(node)라고 한다.

"신의 한 수"

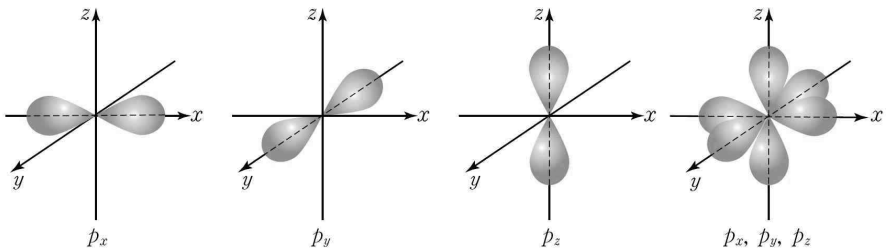
s 오비탈



② **p 오비탈** : 아령모양

- K(껍질 n=1)에는 존재 하지 않고 L껍질(n=2)이상에서 존재한다.
- 아령모양의 방향에 따라 p_x, p_y, p_z 세 종류의 오비탈이 존재한다.
- 핵으로부터의 방향에 따라 전자가 존재 할 확률이 다르기 때문에 방향성이 있다.

NOTE



p_x p_y p_z p_x, p_y, p_z

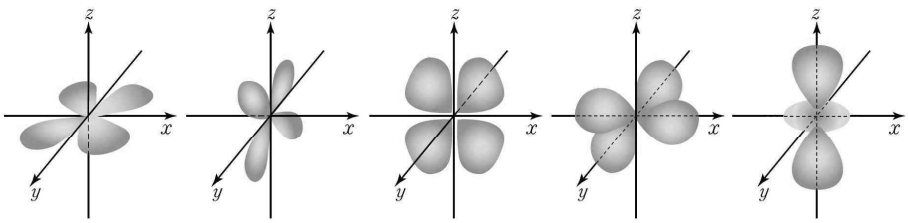
4) 주양자수에 따른 오비탈의 종류와 수

① 주양자수(n)에 따라 각 전자껍질에 존재할 수 있는 오비탈의 종류와 수가 제한된다.

→ 주양자수가 n인 전자껍질에는 n종류의 오비탈이 존재한다.

전자껍질	K	L		M			N			
주양자수(n)	1	2		3			4			
오비탈 종류	$1s$	$2s$	$2p$	$3s$	$3p$	$3d$	$4s$	$4p$	$4d$	$4f$
오비탈의 수(n^2)	1	1	3	1	3	5	1	3	5	7
	1	4		9			16			

② s오비탈은 특정한 방향성이 없으므로 한 개만 존재하지만 p오비탈, d오비탈, f 오비탈 등은 방향성을 가지므로 방향에 따라 여러 개의 오비탈이 존재한다.



d_{xy} d_{yz} d_{xz} $d_{x^2-y^2}$ d_{z^2}

xy 평면상에 존재 yz 평면상에 존재 xz 평면상에 존재 x, y축상에 존재 z축상에 존재

→ p 오비탈은 x, y, z 방향의 p_x, p_y, p_z 세 개로 구분되고 d 오비탈은 xy, yz, xz, x^2-y^2, z^2의 다섯 개로 구분된다.

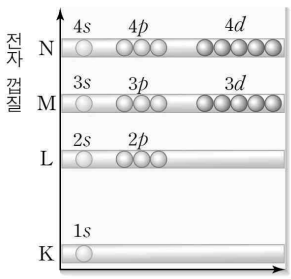
NOTE

"신의 한 수" 오비탈의 에너지 준위

<수소 : 단전자 화학종>

수소의 전자 수 :

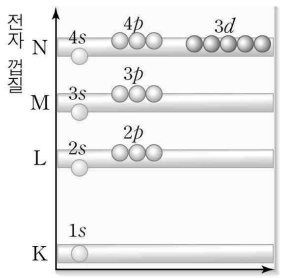
단전자 화학종의 전자 수 :

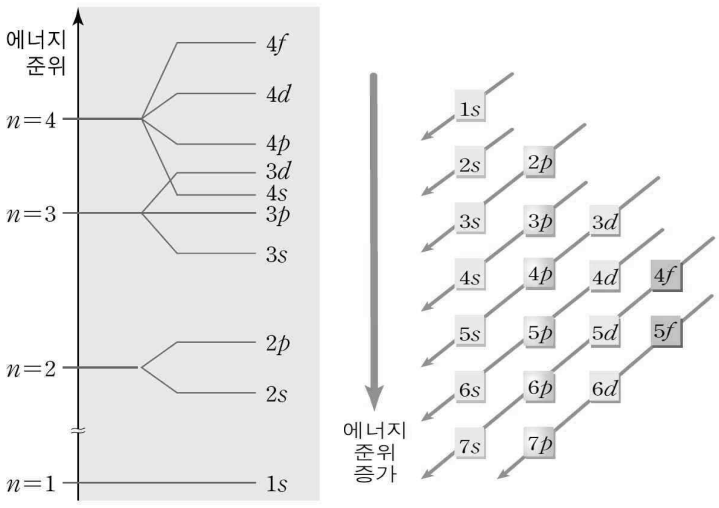


<다전자 화학종>

에너지 준위의 결정 근거 :

주양자수 (n) + 각운동량 양자수 (l)의 합이 중요하다.





"신의 한 수" **전자배치의 원리**

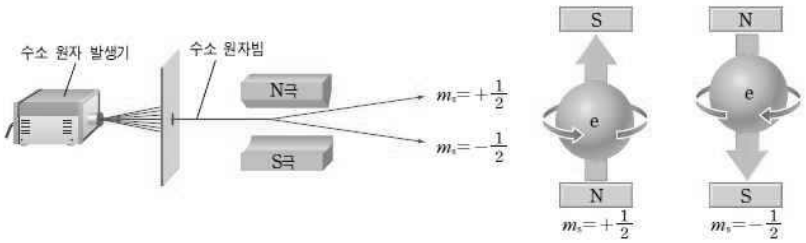
NOTE

<파울리의 배타 원리(Pauli's exclusion principle)>

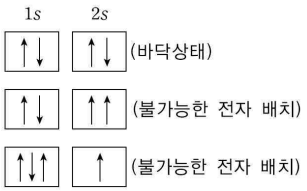
전자스핀 :

한 오비탈 내에 존재하는 두 개의 전자에서 관찰되는 서로 다른 상태를 나타내기 위해 도입한 개념

→ 실제로 전자가 자전축을 기준으로 자전하는 것은 아니지만 두 개의 서로 다른 전자의 상태를 설명할 때 자전의 개념을 도입하면 이해가 쉽기 때문에 스핀의 개념을 자전에 비유하여 설명한다.

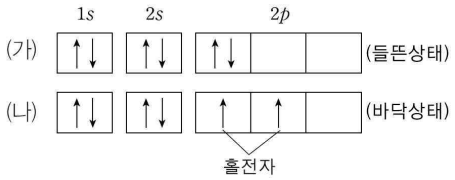


예 베릴륨($_4Be$)의 전자 배치 :



<훈트규칙 (Hund's rule)>

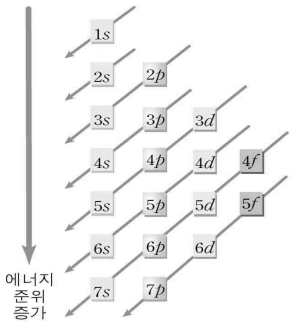
에너지 준위가 같은 오비탈에 전자가 채워질 때 가능한 한 전자가 쌍을 이루지 않고 홀 전자로 존재하는 전자가 많을수록 안정하다.



<쌓음원리(Aufbau principle)>

전자는 에너지 준위가 낮은 오비탈부터 차례대로 채워진다.

→ 1개의 오비탈에는 스핀방향이 반대인 전자가 최대 2개 까지만 채워진다.



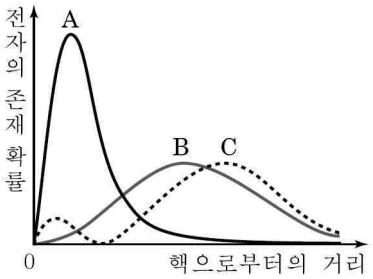
NOTE

원자 번호	전자 껍질 / 오비탈	K 1s	L 2s	L 2p	M 3s	M 3p	M 3d	N 4s	전자 배치	홀전자 수
1	H	↑							$1s^1$	1
2	He	↑↓							$1s^2$	0
3	Li	↑↓	↑						$1s^2\ 2s^1$	1
4	Be	↑↓	↑↓						$1s^2\ 2s^2$	0
5	B	↑↓	↑↓	↑					$1s^2\ 2s^2\ 2p^1$	1
6	C	↑↓	↑↓	↑ ↑					$1s^2\ 2s^2\ 2p^2$	2
7	N	↑↓	↑↓	↑ ↑ ↑					$1s^2\ 2s^2\ 2p^3$	3
8	O	↑↓	↑↓	↑↓ ↑ ↑					$1s^2\ 2s^2\ 2p^4$	2
9	F	↑↓	↑↓	↑↓ ↑↓ ↑					$1s^2\ 2s^2\ 2p^5$	1
10	Ne	↑↓	↑↓	↑↓ ↑↓ ↑↓					$1s^2\ 2s^2\ 2p^6$	0
11	Na	↑↓	↑↓	↑↓ ↑↓ ↑↓	↑				$1s^2\ 2s^2\ 2p^6\ 3s^1$	1
12	Mg	↑↓	↑↓	↑↓ ↑↓ ↑↓	↑↓				$1s^2\ 2s^2\ 2p^6\ 3s^2$	0
13	Al	↑↓	↑↓	↑↓ ↑↓ ↑↓	↑↓	↑			$1s^2\ 2s^2\ 2p^6\ 3s^2\ 3p^1$	1
14	Si	↑↓	↑↓	↑↓ ↑↓ ↑↓	↑↓	↑ ↑			$1s^2\ 2s^2\ 2p^6\ 3s^2\ 3p^2$	2
15	P	↑↓	↑↓	↑↓ ↑↓ ↑↓	↑↓	↑ ↑ ↑			$1s^2\ 2s^2\ 2p^6\ 3s^2\ 3p^3$	3
16	S	↑↓	↑↓	↑↓ ↑↓ ↑↓	↑↓	↑↓ ↑ ↑			$1s^2\ 2s^2\ 2p^6\ 3s^2\ 3p^4$	2
17	Cl	↑↓	↑↓	↑↓ ↑↓ ↑↓	↑↓	↑↓ ↑↓ ↑			$1s^2\ 2s^2\ 2p^6\ 3s^2\ 3p^5$	1
18	Ar	↑↓	↑↓	↑↓ ↑↓ ↑↓	↑↓	↑↓ ↑↓ ↑↓			$1s^2\ 2s^2\ 2p^6\ 3s^2\ 3p^6$	0
19	K	↑↓	↑↓	↑↓ ↑↓ ↑↓	↑↓	↑↓ ↑↓ ↑↓		↑	$1s^2\ 2s^2\ 2p^6\ 3s^2\ 3p^6\ 4s^1$	1
20	Ca	↑↓	↑↓	↑↓ ↑↓ ↑↓	↑↓	↑↓ ↑↓ ↑↓		↑↓	$1s^2\ 2s^2\ 2p^6\ 3s^2\ 3p^6\ 4s^2$	0

"신의 한 수" **실전연습1-오비탈**

NOTE

그림은 수소 원자의 K 또는 L 전자껍질에 존재하는 오비탈 A~C에서 전자의 존재 확률을 핵으로부터의 거리에 따라 나타낸 것이다.



이에 대한 설명으로 옳은 것만을 <보기>에서 있는 대로 고른 것은?

보기

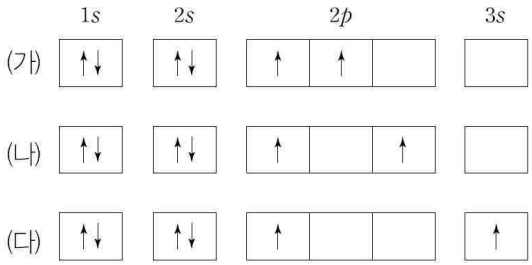
ㄱ. A와 B의 모양은 구형이다.
ㄴ. B와 C의 주양자수(n)는 2이다.
ㄷ. 전자가 B에서 A로 전이할 때 가시광선이 방출된다.

① ㄱ ② ㄴ ③ ㄱ, ㄴ ④ ㄴ, ㄷ ⑤ ㄱ, ㄴ, ㄷ

[정답] ②

"신의 한 수" **실전연습2-오비탈**

그림은 중성 원자 X의 3가지 전자 배치를 나타낸 것이다.



이에 대한 설명으로 옳은 것만을 <보기>에서 있는 대로 고른 것은?
(단, X는 임의의 원소 기호이다.)

보기

ㄱ. X는 2족 원소이다.
ㄴ. (나)는 바닥상태의 전자 배치이다.
ㄷ. (다)에서 (가)로 될 때 방출하는 에너지가 (다)에서 (나)로 될 때 방출하는 에너지 보다 크다.

① ㄱ ② ㄴ ③ ㄱ, ㄷ
④ ㄴ, ㄷ ⑤ ㄱ, ㄴ, ㄷ

[정답] ②

15, 16강 주기율과 원소의 주기적 성질

NOTE

01 .주기율 표

1. 주기율표의 구성

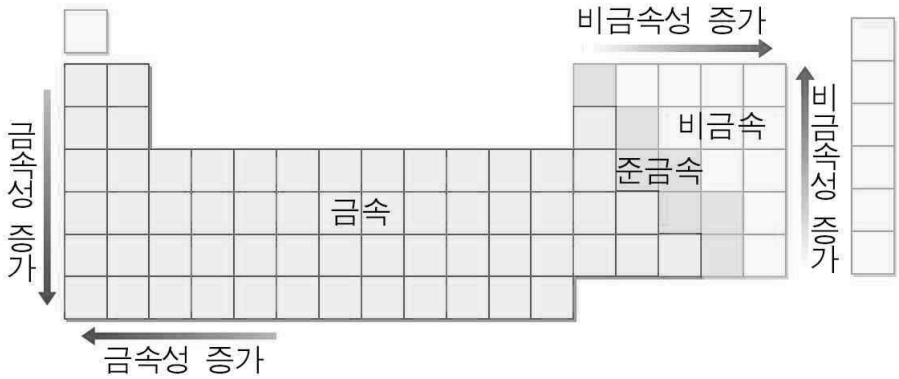
① **주기(period)** : 주기율표의 가로줄로서 1주기에서 7주기까지 있다.

→ 주기번호는 원소의 전자 껍질수를 의미하고 같은 주기의 원소들은 같은 수의 전자껍질(주양자수)을 갖는다.

② **족(group)** : 주기율표의 세로줄로서 1족에서 18족까지 있다.

→ 원소의 원자가전자수는 족번호의 일의 자리수와 같고 같은 족의 원소들은 원자가전자수가 같아 화학적 성질이 유사하다.

2. **금속과 비금속 :** 금속 원소는 전자를 잃기 쉬운 원소를 의미하고 비금속 원소는 전자를 얻기 쉬운 원소를 의미한다.



족 / 주기	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18
1	1 H																	2 He
2	3 Li	4 Be											5 B	6 C	7 N	8 O	9 F	10 Ne
3	11 Na	12 Mg											13 Al	14 Si	15 P	16 S	17 Cl	18 Ar
4	19 K	20 Ca	21 Sc	22 Ti	23 V	24 Cr	25 Mn	26 Fe	27 Co	28 Ni	29 Cu	30 Zn	31 Ga	32 Ge	33 As	34 Se	35 Br	36 Kr
5	37 Rb	38 Sr	39 Y	40 Zr	41 Nb	42 Mo	43 Tc	44 Ru	45 Rh	46 Pd	47 Ag	48 Cd	49 In	50 Sn	51 Sb	52 Te	53 I	54 Xe
6	55 Cs	56 Ba	*	72 Hf	73 Ta	74 W	75 Re	76 Os	77 Ir	78 Pt	79 Au	80 Hg	81 Tl	82 Pb	83 Bi	84 Po	85 At	86 Rn
7	87 Fr	88 Ra	**	104 Rf	105 Db	106 Sg	107 Bh	108 Hs	109 Mt									

란탄족(*)	57 La	58 Ce	59 Pr	60 Nd	61 Pm	62 Sm	63 Eu	64 Gd	65 Tb	66 Dy	67 Ho	68 Er	69 Tm	70 Yb	71 Lu
악티늄족(**)	89 Ac	90 Th	91 Pa	92 U	93 Np	94 Pu	95 Am	96 Cm	97 Bk	98 Cf	99 Es	100 Fm	101 Md	102 No	103 Lr

"신의 한 수 "

주기율표

그림은 중성 원자 X의 3가지 전자 배치를 나타낸그림은 멘델레예프 주기율표의 일부를 나타낸 것이다. H=1은 H의 원자량이 1이라는 것을 나타내고, ?는 당시 발견되지 않은 원소이다.

NOTE

족 / 주기	1	2	3	4	5	6	7	8
1	H=1							
2	Li=7	Be=9.4	B=11	C=12	N=14	O=16	F=19	
3	Na=23	Mg=24	Al=27.3	Si=28	P=31	S=32	Cl=35.5	
4	K=39	Ca=40	?=44	Ti=48	V=51	Cr=52	Mn=55	Fe=56, Co=59 Ni=59, Cu=63
5	(Cu=63)	Zn=65	?=68	?=72	As=75	Se=78	Br=80	

질문 1

원소들이 원자량이 증가하는 순으로 배열되어 있다.

질문 2

8족은 비활성 기체이다.

질문3

발견되지 않은 원소의 원자량을 예측하였다.

정답 1,3 오답 2

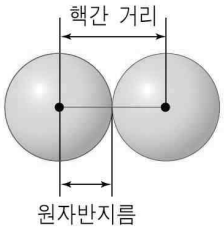
02 .원자 반지름

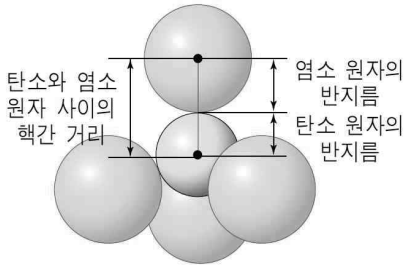
NOTE

1. 원자 반지름

원자 반지름 : 같은 종류의 원자가 공유결합 하였을 때 두 원자의 원자핵 사이의 거리를 반으로 나눈 값으로 정의하며 공유 결합 반지름이라고도 한다.

→ 전자 구름 모형에서는 원자의 경계가 명확하지 않으므로 원자 한 개를 이용하여 원자의 반지름을 구할 수 없다.





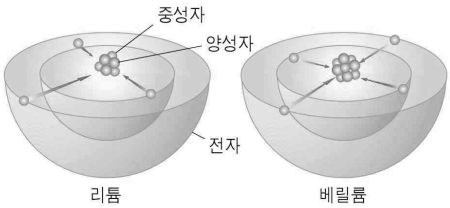
"신의 한 수 " 원자의 크기를 결정짓는 결정적 단서

1. 핵 전하량의 차이

→ 핵 전하량이 크다. → 원자 번호가 크다. → 원자핵에서 잡아 당기는 인력이 크다.

→ 결국 원자의 크기는 작아진다.

→ *But* 같은 주기에서만 = 최외각 전자의 껍질 수가 같을 때만 사용합시다. 제발!

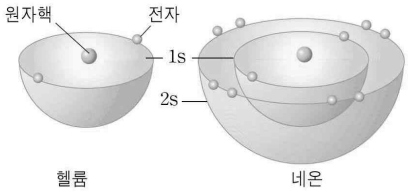


2. 전자 껍질수의 차이

→ 전자 껍질수가 많다? → 당근!! 원자의 크기가 크다.

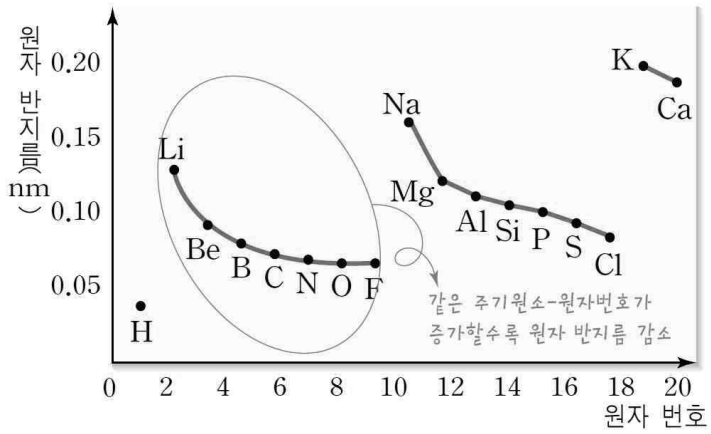
→ 같은 족에서, 금속원자와 양이온에서만 사용하자.

→ 절대!! never!! 핵 전하량은 생각하지 말아라!!



2. 원자 반지름의 주기성

NOTE



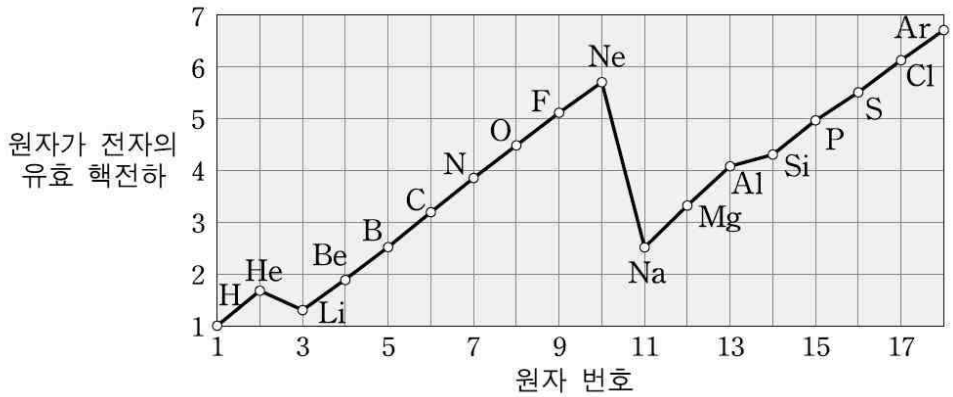
① **같은 주기** : 원자번호가 커질수록 원자 반지름이 작아진다.

→ 같은 주기 원소들은 전자 껍질수는 같고 원자 번호가 증가할수록 양성자 수가 증가하여 유효 핵전하가 증가하므로 핵과 전자 사이의 정전기적 인력이 증가하기 때문에 원자 반지름은 작아진다.

② **같은 족** : 원자번호가 커질수록 원자 반지름이 커진다.

3. 유효핵전하

같은 주기에서의 유효 핵전하량



① 유효 핵전하 : 전자에 작용하는 실질적인 핵전하

- 수소 원자는 전자가 1개밖에 없으므로 원자핵과 전자 사이의 인력만 존재한다. 따라서 수소 원자에서 전자에 작용하는 핵전하는 양성자 수에 의한 핵전하와 같다.

예) 원자 번호가 1인 수소(H) 원자에서 전자에 작용하는 핵전하는 양성자 수에 의한 핵전하 그대로 1+이다.

- 전자가 2개 이상인 다전자 원자에서는 전자에 작용하는 실질적인 핵전하를 따지려면 원자핵과 전자 사이의 인력뿐만 아니라 전자들 사이의 반발력도 고려해야 한다. 한 전자에 작용 하는 핵전하는 다른 전자들과의 반발력 때문에 양성자 수에 의한 핵전하보다 작아진다. 즉, 유효 핵전하는 양성자 수에 의한 핵전하보다 작다.

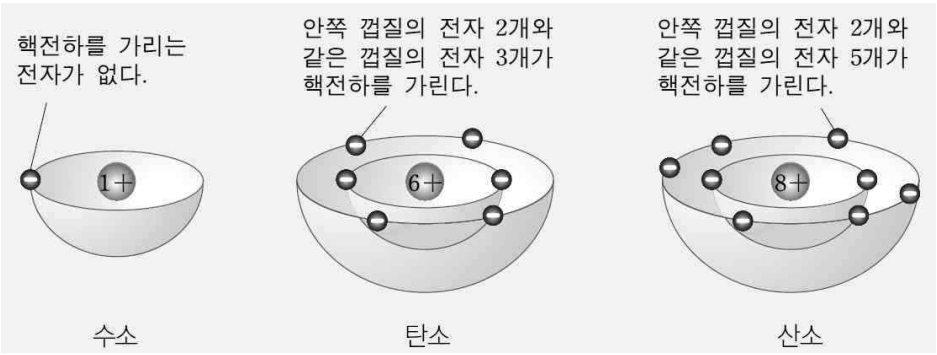
예) 원자 번호가 6인 탄소(C) 원자의 경우 전자에 작용하는 유효 핵전하는 양성자 수에 의한 핵전하인 6+ 보다 작다.

② 가려막기 효과(가리움 효과)

- 다전자 원자에서 전자에 작용하는 유효 핵전하가 양성자 수에 의한 핵전하보다 작아지는 것은 다른 전자들에 의해 핵이 가려지기 때문이다. 이러한 현상은 자신보다 안쪽 전자껍질에 있는 전자들뿐만 아니라 자신과 같은 전자껍질에 있는 다른 전자들에 의해서도 나타나며, 이를 가려막기 효과라고 한다.

NOTE

- 가려막기 효과는 전자들 사이의 반발력 때문에 원자핵과 전자 사이의 실질적인 인력이 약해 지는 현상을 의미한다.
- 같은 전자껍질에 있는 전자들에 의한 가려막기 효과는 안쪽 전자껍질에 있는 전자들에 의한 가려막기 효과보다 작다.



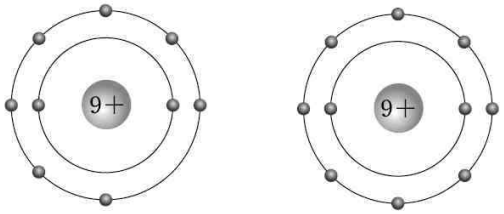
③ 원자가 전자에 작용하는 유효 핵전하

- 원자가 전자에 작용하는 유효 핵전하가 클수록 핵과 원자가 전자 사이의 인력은 증가한다.
- 원자가 전자에 작용하는 유효 핵전하는 핵과 원자가 전자 사이의 전기적 인력과 밀접한 관련이 있으므로 원자의 반지름이나 원자가 전자를 떼어 내는 데 필요한 에너지 등에 영향을 준다.
- 질소(N) 원자와 산소(O) 원자의 원자가 전자에 작용하는 유효 핵전하 : $N < O$
  원자 번호가 7인 질소 원자와 원자 번호가 8인 산소 원자는 둘 다 바닥상태에서 L전자껍질 까지 전자가 배치되어 있으며, 산소 원자는 질소 원자에 비해 양성자 수와 전자 수가 각각 1개씩 많다. 그런데 원자가 전자와 같은 전자껍질에 있는 전자들의 가려막기 효과는 안쪽 전자껍질에 있는 전자들의 가려막기 효과보다 작으므로 원자가 전자에 작용하는 유효 핵전하는 산소 원자가 질소 원자보다 크다.

④ 전자 수에 따른 유효 핵전하

- 전자 수가 증가하면 전자들 사이의 반발력이 커지므로 유효 핵전하는 감소한다.

예) 플루오린(F) 원자가 플루오린화 이온(F^-)이 되면 전자 수가 증가하여 전자들 사이의 반발력이 커지므로 전자에 작용하는 유효 핵전하가 감소한다.

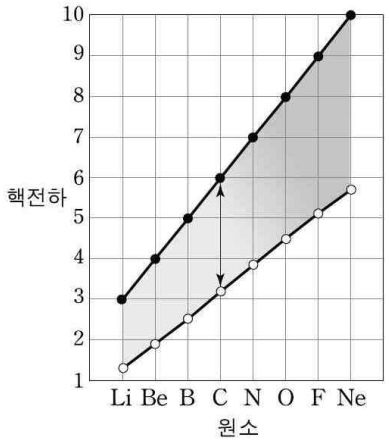


$_9F$ > $_9F^-$

양성자 수가 1개 많아지므로 양성자 수에 의한 핵전하는 1 증가함

전자 수도 1개 많아지므로 가려막기 효과도 증가함

→ 하지만 양성자 수 증가에 따른 핵전하의 증가가 전자 수 증가에 따른 가려막기 효과보다 큼 → 따라서 원자가 전자의 유효 핵전하는 증가함

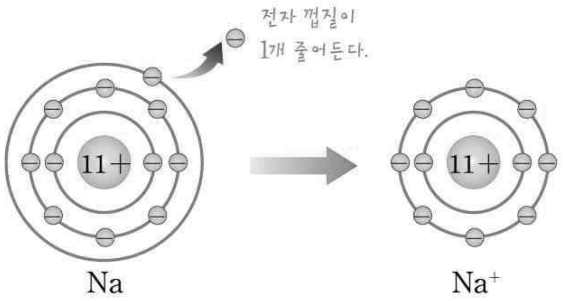


➡ 가려막기 효과로 인해 양성자 수에 의한 핵전하와 유효 핵전하의 차이가 생기며, 같은 주기에서는 원자 번호가 클수록 가려막기 효과가 커진다.

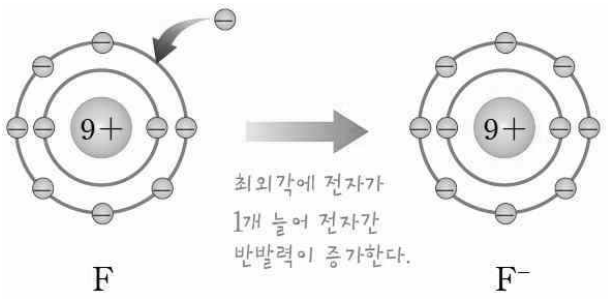
NOTE

03. 이온 반지름

1. 양이온과 음이온의 반지름



원인 : 전자수 감소에 의한 전자 껍질 수 차이



원인 : 전자수 증가로 인한 반발력

NOTE

2. 이온의 반지름의 주기성

① **같은 주기** : 양이온과 음이온의 반지름은 원자번호가 클수록 작아진다.

→ 원자 번호가 증가할수록 유효 핵전하가 증가하여 핵과 전자 사이의 정전기적 인력이 증가하기 때문.

예) $_{11}Na^{+} > {}_{12}M^{2+} > {}_{13}Al^{3+}$, $_{7}N^{3-} > {}_{8}O^{2-} > {}_{9}F^{-}$

② **같은 족** : 양이온과 음이온의 반지름은 원자번호가 클수록 커진다.

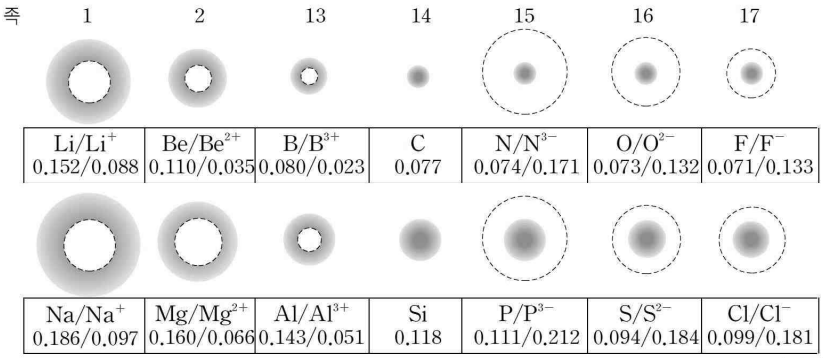
→ 원자 번호가 증가할수록 전자 껍질수가 많아지기 때문

예) $_{3}Li^{+} < {}_{11}Na^{+} < {}_{9}K^{+}$, $_{9}F^{-} < {}_{17}Cl^{-} < {}_{35}Br^{-}$

3. 등전자 이온의 반지름 : 전자수가 동일한 이온들을 등전자 이온이라고 하는데 등전자 이온은 원자번호가 클수록 이온 반지름이 작아진다.

예) $_{8}O^{2-} > {}_{9}F^{-} > {}_{11}Na^{+} > {}_{12}Mg^{2+} > {}_{13}Al^{3+}$

4. 중성 원자 반지름과 이온 반지름 사이의 관계

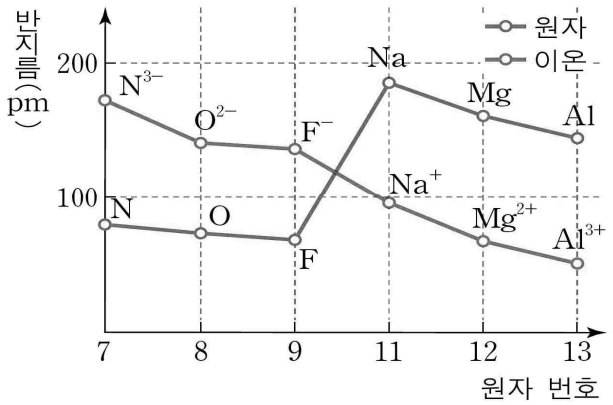


족	1	2	13	14	15	16	17
	Li/Li^{+} 0.152/0.088	Be/Be^{2+} 0.110/0.035	B/B^{3+} 0.080/0.023	C 0.077	N/N^{3-} 0.074/0.171	O/O^{2-} 0.073/0.132	F/F^{-} 0.071/0.133
	Na/Na^{+} 0.186/0.097	Mg/Mg^{2+} 0.160/0.066	Al/Al^{3+} 0.143/0.051	Si 0.118	P/P^{3-} 0.111/0.212	S/S^{2-} 0.094/0.184	Cl/Cl^{-} 0.099/0.181

(단위 : nm)

"신의 한 수 " **원자, 이온의 크기**

그래프를 분석하라



질문 1

전자 껍질 수에 의한 영향을 찾아라!

질문 2

유효핵 전하량에 의한 영향을 찾아라!

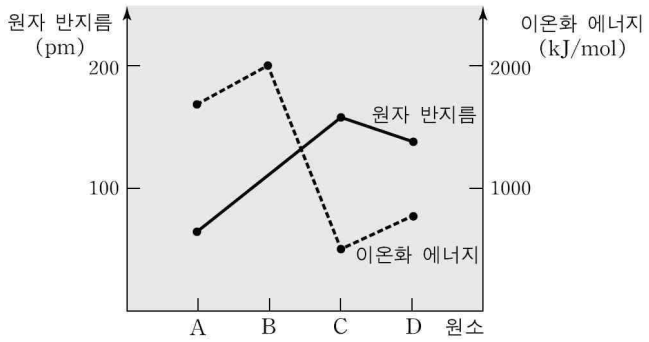
질문 3

전자수 증가에 의한 반발력을 찾아라

"신의 한 수" 실전연습-Size

그림은 원자 번호가 연속인 2~3주기 임의의 원소 A~D의 원자 반지름과 이온화 에너지를 나타낸 것이다.

NOTE



이에 대한 설명으로 옳은 것만을 <보기>에서 있는 대로 고른 것은?
(단, 원자 반지름은 18족을 제외한다.)

보기

ㄱ. 전기음성도가 가장 큰 원소는 A이다.
ㄴ. D와 A는 1 : 2의 입자 수비로 이온 결합 화합물을 만든다.
ㄷ. C에서 순차적으로 두 번째 전자가 떨어질 때는 3s 오비탈에서 전자가 떨어져 나간다.

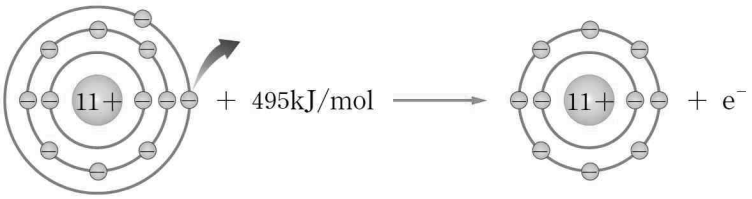
① ㄱ ② ㄷ ③ ㄱ, ㄴ
④ ㄴ, ㄷ ⑤ ㄱ, ㄴ, ㄷ

[정답] ③

04. 이온화 에너지

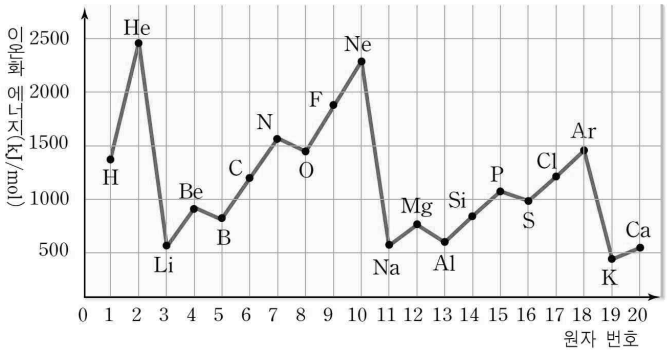
1. **이온화 에너지 :** 기체 상태의 중성 원자 1몰로부터 전자를 떼어내어 기체 상태의 안정된 양이온으로 만드는데 필요한 에너지

$$M(g)+E \longrightarrow M^{+}(g)+e^{-}\ (E : \text{이온화 에너지})$$



NOTE

2. 이온화 에너지의 주기성



★ 이온화 에너지의 주기성 예외 ★

< 왜 이럴까요? >

- 2, 3주기 2족에서 13족으로 갈 때 : Be의 경우는 원자가 전자가 s오비탈에 놓여 있어 원자핵에 가까우므로 원자핵의 인력을 강하게 받아 떼어내기 어렵지만 B의 경우는 p오비탈에 놓여 있어 원자핵으로부터 조금 멀리 놓여 있어 원자핵의 인력을 약하게 받아 떼어내기 쉽다.
- 2, 3주기 15족에서 16족으로 갈 때 : N의 경우 전자들이 p_x, p_y, p_z 오비탈에 각각 짝을 짓지 않고 놓여 있어 전자 사이의 반발이 크게 작용하지 않지만 O의 경우 p_x 오비탈에 한 쌍의 전자가 놓여 있으므로 전자쌍 사이의 반발이 증가하여 더 쉽게 떼어낼 수 있다.

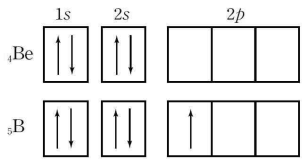


그림 86 | Be과 B의 이온화에너지 차이

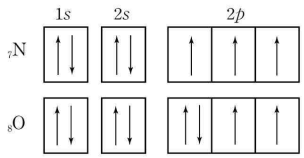


그림 87 | N와 O의 이온화에너지 차이

3. **순차적 이온화 에너지 :** 기체 상태의 중성 원자에서 전자를 순차적으로 떼어낼 때 필요한 에너지를 차례로 제1 이온화 에너지, 제2 이온화 에너지, 제3 이온화 에너지라고 하며 (E_1, E_2, E_3,...)로 나타낸다.

$M(g) + E_1 \rightarrow M^+(g) + e^-$ (E_1 : 제1 이온화 에너지)
$M^+(g) + E_2 \rightarrow M^{2+}(g) + e^-$ (E_2 : 제2 이온화 에너지)
$M^{2+}(g) + E_3 \rightarrow M^{3+}(g) + e^-$ (E_3 : 제3 이온화 에너지)

① 차수가 증가할수록 전자 사이의 반발력이 감소하고 전자와 원자핵 사이의 인력이 증가 하기 때문에 순차적 이온화 에너지는 커진다. → $E_1 < E_2 < E_3$ ...

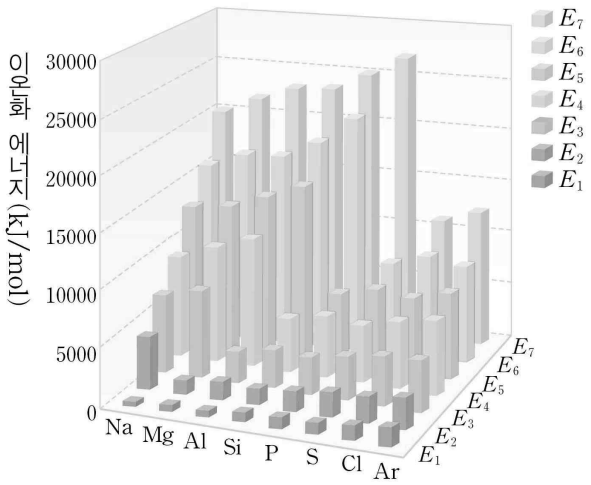
② 원자가 전자를 모두 떼어내고 안쪽 전자껍질에 있는 전자를 떼어 낼 때 이온화 에너지가 급격히 증가하므로 순차적 이온화 에너지의 크기 변화로부터 원자가 전자의 개수를 알 수 있다.

→ n번째 전자를 떼어 낼 때 이온화 에너지(E_n)가 급격히 증가하면 원자가 전자수는 $(n-1)$개 이다.

"신의 한 수" **순차적 이온화에너지 자료분석 1**

순차적 이온화 에너지를 이용하여 원자가 전자를 예측하자

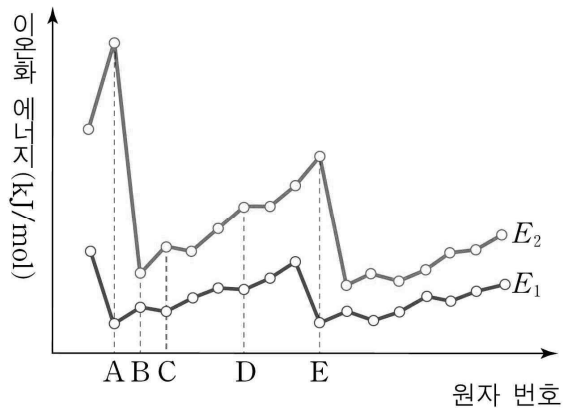
NOTE



순차적 이온화 에너지(kJ/mol)	E_1	E_2	E_3	E_4	원자가 전자 수
Na	496	≪ 4562	6912	9543	1 1족
Mg	738	1451	≪ 7733	10540	2 2족

"신의 한 수" **순차적 이온화에너지 자료분석 2**

1차 이온화 에너지와 2차 이온화 에너지에서 벌어지는 간격을 주목하라!



(가)

질문 1

(가)에서 A~E의 원소가 무엇인지 쓰시오

NOTE

"신의 한 수" 실전연습1 - 순차적 이온화에너지

다음은 몇 가지 중성 원자의 바닥상태의 전자 배치를 나타낸 것이다.

A : $1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^6 4s^1$
B : $1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^6$
C : $1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^6 4s^2$

이에 대한 설명으로 옳은 것만을 <보기>에서 있는 대로 고른 것은?
(단, A~C는 임의의 원소 기호이다.)

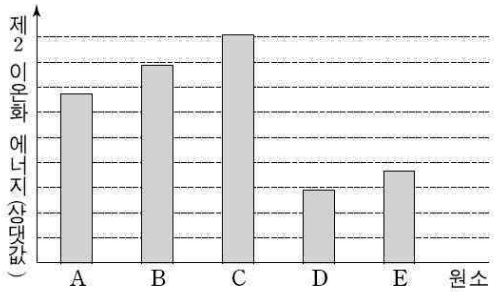
보기
ㄱ. 제1 이온화 에너지는 A가 C보다 작다.
ㄴ. 제2 이온화 에너지가 가장 작은 원소는 C이다.
ㄷ. 안정한 이온에서 전자를 떼어 낼 때의 에너지는 A가 C보다 작다.

① ㄱ ② ㄴ ③ ㄱ, ㄷ
④ ㄴ, ㄷ ⑤ ㄱ, ㄴ, ㄷ

[정답] ⑤

"신의 한 수" 실전연습 2- 순차적 이온화에너지

그림은 원자 번호가 연속적으로 증가하는 2~3주기 원소 A~E의 제2 이온화 에너지를 상댓값으로 나타낸 것이다.



A~E에 대한 설명으로 옳은 것만을 <보기>에서 있는 대로 고른 것은?
(단, A~E는 임의의 원소 기호이다.)

보기
ㄱ. C와 D는 같은 주기 원소이다.
ㄴ. 제1 이온화 에너지가 가장 작은 것은 C이다.
ㄷ. A와 C로 이루어진 화합물은 액체 상태에서 전기 전도성이 있다.

① ㄴ ② ㄷ ③ ㄱ, ㄴ
④ ㄱ, ㄷ ⑤ ㄱ, ㄴ, ㄷ

[정답] ⑤

05. 전기 음성도

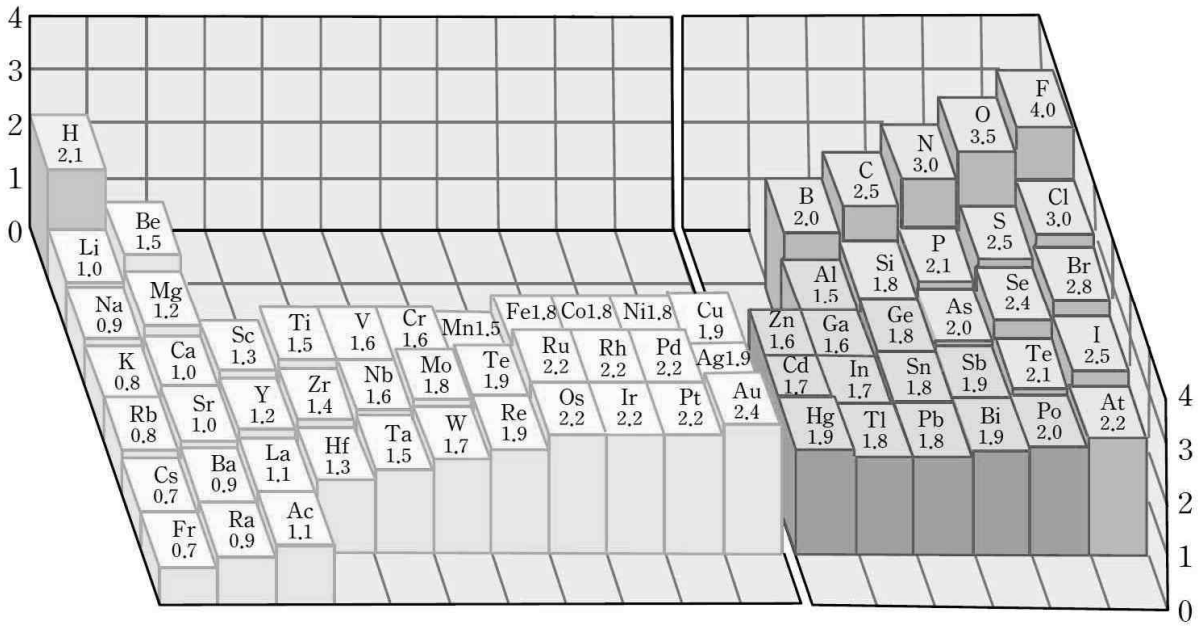
1. 전기 음성도 : 두 원자가 전자를 공유하여 결합을 형성한 분자에서 원자가 전자쌍을 끌어당기는 힘을 상대적인 수치로 나타낸 것.

NOTE

① 플루오린(F)의 전기 음성도를 4.0으로 정하고 이 값을 기준으로 다른 원자들의 전기 음성도를 상대적으로 정하였다.

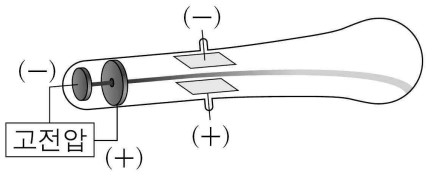
② 전기 음성도는 결합을 형성한 상태에서 원자가 전자쌍을 자기 쪽으로 끌어당겨 음전하를 띠려는 경향을 나타내는 성질로 이온화 에너지와 전자 친화도가 클수록 커지는 경향이 있다.

2) 전기 음성도의 주기성

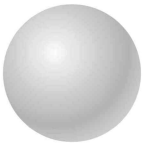


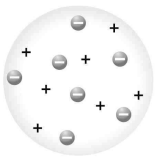
1. 다음은 톰슨의 원자 모형과 관련된 자료이다.

방전관에 들어 있는 두 금속에 고전압을 걸어 주었더니 직진하는 음극선이 관찰되었고, 그림과 같이 전기장을 걸어 주었더니 음극선이 (+)극 쪽으로 휘어졌다. 이를 토대로 톰슨은 (−)전하를 띤 입자가 원자의 구성 입자임을 알았고, 원자는 전기적으로 중성이므로 (+)전하를 포함 하여야 한다고 추론하였다.

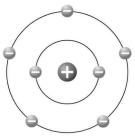


다음 중 톰슨의 원자 모형으로 가장 적절한 것은?

① 

② 

③ 

④ 

⑤ 

양진석의 해설

[2016학년도 대학수학능력시험 9월 모의평가]

답: ②

톰슨의 원자 모형

톰슨은 음극선 실험을 통해 (-)전하를 띠는 입자인 전자를 발견하였고, 원자핵은 러더퍼드의 α 입자 산란 실험을 통해 발견되었다.

[정답맞히기] ② 톰슨의 원자 모형으로 (+)전하가 고르게 분포된 공에 (-)전하를 띤 전자가 박혀 있는 원자 모형이다.

[오답피하기]

① 돌턴의 원자 모형으로 단단하고 더 이상 쪼갤 수 없는 구형의 모형이므로 전자의 존재를 설명할 수 없다.

③~⑤는 각각 러더퍼드의 원자모형, 보어의 원자모형, 현대적 원자 모형이다.

2. **표는 원자 또는 이온에 대한 자료이다.**

원자 또는 이온	질량수	전자 수	중성자 수
A^-	19		10
B		10	10
C	24	12	
D^{2+}		10	14

A~D에 대한 설명으로 옳은 것만을 <보기>에서 있는 대로 고른 것은?
(단, A~D는 임의의 원소 기호이다.)

<보기>
ㄱ. A와 B는 동위 원소이다.
ㄴ. B와 C는 질량수가 같다.
ㄷ. C와 D는 양성자 수가 같다.

① ㄱ ② ㄷ ③ ㄱ, ㄴ ④ ㄴ, ㄷ ⑤ ㄱ, ㄴ, ㄷ

양진석의 해설

[2015학년도 7월 고3 전국연합학력평가 문제지]

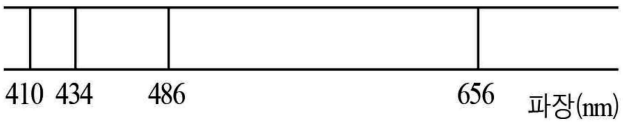
답: ②
[출제의도] 원자 및 이온 구성 입자 분석하기

원자와 이온을 구성하는 입자 수는 다음과 같다.

구분	질량수	전자 수	중성자 수	양성자 수
A^-	19	10	10	9
B	20	10	10	10
C	24	12	12	12
D^{2+}	26	10	14	12

A 와 B 는 양성자 수가 다르므로 동위 원소가 아니다.

3. **그림은 수소 원자의 선 스펙트럼에서 가시광선 영역을, 표는 파장에 해당하는 전자 전이가 일어날 때 방출되는 빛의 에너지를 나타낸 것이다.**



파장(nm)	410	486
에너지(kJ/몰)	a	b

이에 대한 설명으로 옳은 것만을 <보기>에서 있는 대로 고른 것은? (단, 수소 원자의 에너지 준위 $E_n = -\frac{k}{n^2}$ kJ/몰이고, n은 주양자수, k는 상수이다.)

보기

ㄱ. $2p \rightarrow 1s$의 전자 전이에서 방출되는 에너지는 a보다 크다.
ㄴ. n이 커질수록 인접한 두 전자껍질의 에너지 차이는 감소한다.
ㄷ. 파장 434nm에 해당하는 에너지는 b의 $\frac{28}{25}$배이다.

① ㄱ ② ㄷ ③ ㄱ, ㄴ ④ ㄴ, ㄷ ⑤ ㄱ, ㄴ, ㄷ

양진석의 해설

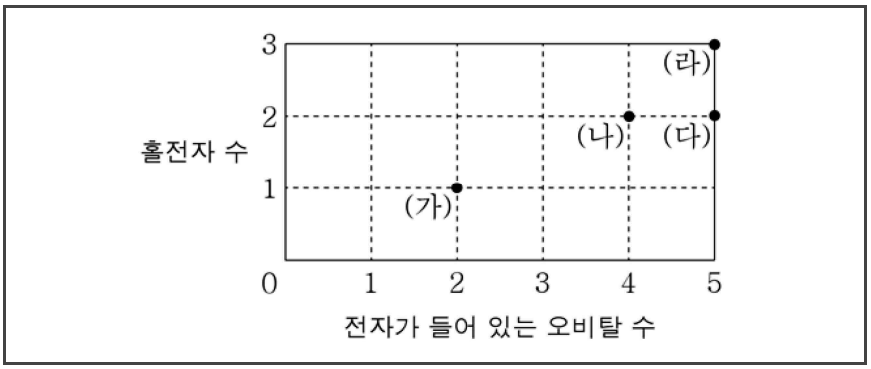
[2015학년도 7월 고3 전국연합학력평가 문제지]

답: ⑤

[출제의도] 수소 원자의 선 스펙트럼 분석하기

수소 원자의 선 스펙트럼에서 가시광선 영역은 n=3, 4, 5, 6인 전자껍질에서 n=2인 전자껍질로 전자가 전이될 때 나타난다. $2p \rightarrow 1s$ 전자 전이에서 방출되는 에너지는 자외선 영역에 해당하므로 a보다 크다. n=5에서 n=2로 전이될 때 나타나는 434nm 에서의 에너지는 $\frac{21}{100}k$이고, b는 n=4에서 n=2로 전이되는 에너지로 $\frac{3}{16}k$이다. 434nm 에 해당하는 에너지는 b의 $\frac{28}{25}$ 배이다.

4. **그림은 바닥상태 원자 (가)~(라)에 대해 전자가 들어 있는 오비탈 수와 홀전자 수를 나타낸 것이다.**



(가)~(라)에 대한 옳은 설명만을 <보기>에서 있는 대로 고른 것은?

보기

ㄱ. (가)의 전자 배치는 $1s^2 2s^1$이다.
ㄴ. (나)와 (다)는 원자가 전자 수가 같다.
ㄷ. 원자 번호가 가장 큰 것은 (라)이다.

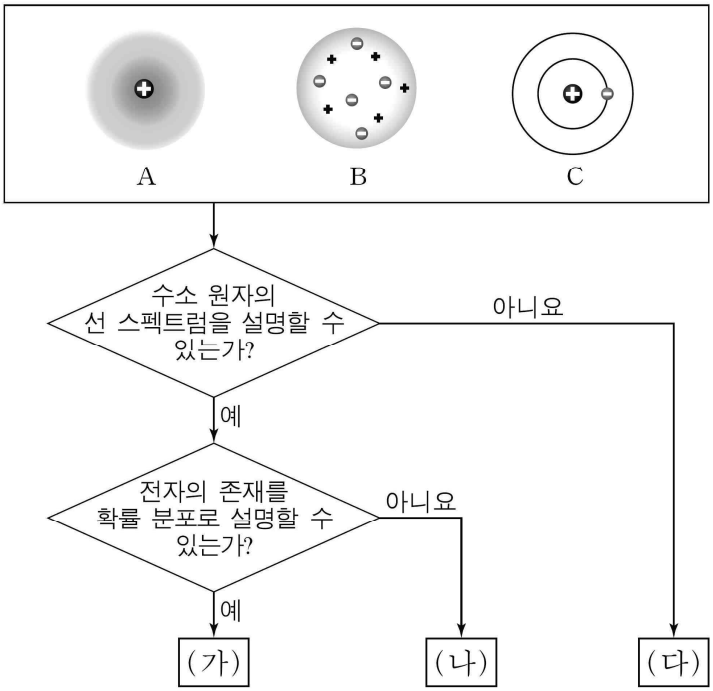
① ㄱ ② ㄴ ③ ㄱ, ㄷ ④ ㄴ, ㄷ ⑤ ㄱ, ㄴ, ㄷ

양진석의 해설

[2015학년도 3월 고3 전국연합학력평가 문제지]

답: ①
[출제의도] 오비탈에 의한 전자 배치를 이해한다.
전자 배치는 (가)가 $1s^2 2s^1$, (나)가 $1s^2 2s^2 2p^2$, (다)가 $1s^2 2s^2 2p^4$, (라)가 $1s^2 2s^2 2p^3$이다.
[오답풀이] ㄷ. 원자 번호가 가장 큰 것은 (다)이다.

5. **그림은 3 가지 원자 모형 A~C를 주어진 기준에 따라 분류한 것이다. A~C는 각각 톰슨, 보어, 현대적 원자 모형 중 하나이다**



(가)~(다)에 해당하는 원자 모형으로 옳은 것은?

	(가)	(나)	(다)
①	A	B	C
②	A	C	B
③	B	A	C
④	B	C	A
⑤	C	A	B

양진석의 해설

[2015학년도 6월 고3 전국연합학력평가 문제지]

답: ②
원자 모형 비교
A는 현대적 원자 모형, B는 톰슨의 원자 모형, C는 보어의 원자 모형이다.
[정답맞히기]
② 수소 원자의 선 스펙트럼은 전자가 에너지가 낮은 전자껍질로 전이될 때 에너지 준위 차이에 해당하는 불연속적인 에너지의 빛만 방출하기 때문이며, 수소 원자의 선 스펙트럼을 설명할 수 있는 원자 모형은 A와 C이다. 또한 전자의 존재를 확률 분포로 설명할 수 있는 원자 모형은 A이다. 따라서 (가)는 A, (나)는 C, (다)는 B이다.

6. **다음은 2~3 주기 바닥 상태 원자 A~D의 전자 배치에 대한 자료이다.**

○ 전자가 들어 있는 전자 껍질 수 : B>A, D>C
○ 전체 s오비탈의 전자 수에 대한 전체 p오비탈의 전자 수의 비

원자	A	B	C	D
$\frac{\text{전체 } p\text{오비탈의 전자 수}}{\text{전체 } s\text{오비탈의 전자 수}}$	1	1	1.5	1.5

A~D에 대한 설명으로 옳은 것만을 <보기>에서 있는 대로 고른 것은?
(단, A~D는 임의의 원소 기호이다.)

보기
ㄱ. 홀전자 수는 D가 가장 크다.
ㄴ. B와 C의 전자 수 차는 4이다.
ㄷ. A가 안정한 이온이 될 때 전자가 들어 있는 p오비탈의 수는 커진다.

① ㄱ ② ㄴ ③ ㄱ, ㄷ ④ ㄴ, ㄷ ⑤ ㄱ, ㄴ, ㄷ

양진석의 해설

[2015학년도 6월 고3 전국연합학력평가 문제지]

답: ①
[출제의도] 바닥상태인 원자의 전자 배치
전자가 들어 있는 전자껍질 수가 B>A, D>C이므로 A, C는 2주기 원소, B, D는 3주기 원소이다. 2주기 원소는 $1s^2 2s^2 2p^x$ 전자 배치를, 3주기 원소는 $1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^y$의 전자 배치로 나타낼 수 있다. A와 B는 s와 p오비탈의 전자 수가 같으므로 2주기 원소인 A는 p오비탈에 4개의 전자가, 3주기 원소인 B는 p오비탈에 6개의 전자가 있으며, C와 D는 p오비탈에 있는 전자가 s오비탈에 있는 전자보다 1.5배 많으므로 2주기 원소인 C는 p오비탈에 6개의 전자가, 3주기 원소인 D는 p오비탈에 9개의 전자가 있다. 따라서 각 원자의 전자 배치는 다음과 같다.
A : $1s^2 2s^2 2p_x^2 2p_y^1 2p_z^1$ B : $1s^2 2s^2 2p^6 3s^2$,
C : $1s^2 2s^2 2p^6$, D : $1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p_x^1 3p_y^1 3p_z^1$
[정답맞히기] ㄱ. 홀전자 수는 A는 2, B는 0, C는 0, D는 3개이다.
[오답피하기] ㄴ. B와 C의 전자 수 차이는 2개이다. ㄷ. A가 안정한 이온이 될 때 $2p$ 오비탈로 전자 2개를 받으므로 p오비탈 수는 변하지 않는다.

7. **다음은 철수가 원자 반지름의 주기적 변화를 학습한 후, 이를 토대로 가설을 세우고 자료 분석을 수행한 결과이다.**

[학습 내용]
○ 원자 반지름은 같은 주기에서 원자 번호가 클수록 작아진다. 그 이유는 원자핵의 전하량이 커지기 때문이다.
[가설]
[ ]
[자료 분석 결과]
○ 이온 반지름: ${}_{8}O^{2-}$ > ${}_{9}F^{-}$ > ${}_{11}Na^{+}$ > ${}_{12}Mg^{2+}$
○ 이온 반지름: ${}_{16}S^{2-}$ > ${}_{17}Cl^{-}$ > ${}_{19}K^{+}$ > ${}_{20}Ca^{2+}$

철수가 자료 분석을 통해 검증하고자 했던 가설로 가장 적절한 것은?
① 중성자가 많을수록 원자 반지름은 커진다.
② 분자량이 클수록 원자 반지름은 작아진다.
③ 전자들 사이의 반발력이 클수록 원자 반지름은 커진다.
④ p오비탈의 수가 클수록 전자 수가 같은 이온의 반지름은 작아진다.
⑤ 원자핵의 전하량이 클수록 전자 수가 같은 이온의 반지름은 작아진다.

양진석의 해설

[2015학년도 6월 고3 전국연합학력평가 문제지]

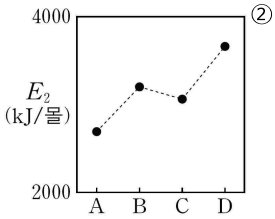
답: ⑤
등전자 이온의 반지름
전자 수가 같은 이온의 반지름은 원자핵의 전하량이 클수록 원자핵과 전자 사이의 인력이 크므로 이온 반지름이 작다.
${}_{8}O^{2-}$, ${}_{9}F^{-}$, ${}_{11}Na^{+}$, ${}_{12}Mg^{2+}$ 은 네온(Ne)과 같은 전자 배치를 가지므로 서로 전자 수가 같은 이온이며
${}_{16}S^{2-}$, ${}_{17}Cl^{-}$, ${}_{19}K^{+}$, ${}_{20}Ca^{2+}$ 은 아르곤(Ar)과 같은 전자 배치를 가지므로 서로 전자 수가 같은 이온이다.

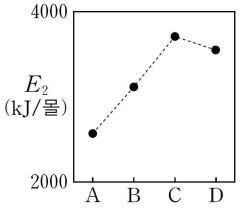
[정답맞히기]
⑤ 자료 분석 결과에서 전자 수가 같은 이온 끼리 반지름을 비교하고 있으므로 철수가 세운 가설은 '원자핵의 전하량이 클수록 전자 수가 같은 이온의 반지름은 작아진다'이다.

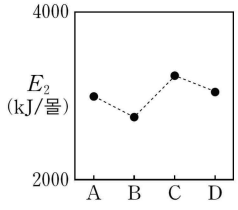
8. **다음은 원자 번호가 연속인 2주기 바닥 상태 원자 A~D의 자료이며, 원자 번호는 D>C>B>A 이다.**

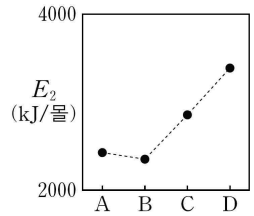
○ 원자 A~D의 홀전자 수의 합은 8이다. ○ 전자가 들어 있는 p오비탈의 수는 원자 C가 B보다 크다.

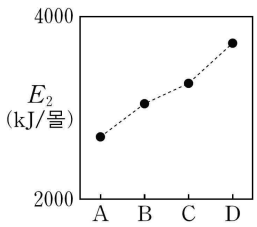
A~D의 제2이온화 에너지(E_2)를 나타낸 것으로 가장 적절한 것은? (단, A~D는 임의의 원소 기호이다.)

① 

② 

③ 

④ 

⑤ 

양진석의 해설

[2015학년도 6월 고3 전국연합학력평가 문제지]

답: ④ 제2 이온화 에너지

[정답맞히기] ④ 2주기 원소의 홀전자 수와 전자가 들어 있는 p오비탈 수는 다음과 같다.

족	1	2	13	14	15	16	17	18
원소	Li	Be	B	C	N	O	F	Ne
홀전자수	1	0	1	2	3	2	1	0
전자가 들어있는 p오비탈의 수	0	0	1	2	3	3	3	3

홀전자 수의 합이 8인 경우는 B, C, N, O이거나 C, N, O, F이다. 그런데 전자가 들어 있는 p오비탈의 수가 C가 B보다 크므로 A~D는 B, C, N, O이다.

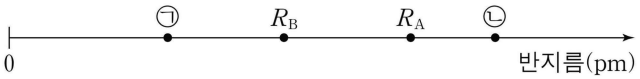
A~D의 바닥상태 전자 배치에서 제1 이온화 에너지를 가하여 전자를 떼어냈을 때의 전자 배치는 다음과 같다.

원자	바닥상태 전자 배치	전자 1개를 떼어냈을 때의 전자 배치
A	$1s^2 2s^2 2p^1$	$1s^2 2s^2$
B	$1s^2 2s^2 2p_x^1 2p_y^1$	$1s^2 2s^2 2p^1$
C	$1s^2 2s^2 2p_x^1 3p_y^1 2p_z^1$	$1s^2 2s^2 2p_x^1 2p_y^1$
D	$1s^2 2s^2 2p_x^2 2p_y^1 3p_z^1$	$1s^2 2s^2 2p_x^1 2p_y^1 2p_z^1$

전자 1개를 떼어낸 후 전자 배치에서 A는 $2s$ 오비탈에 2개의 전자가 있고, B는 $2p$오비탈에 전자 1개가 있으므로 A에서 두 번째 전자를 떼어낼 때가 B에서 두 번째 전자를 떼어낼 때보다 어려우므로 제2 이온화 에너지는 A가 B보다 크다. 또한 원자핵의 전하량은 D>C>A이므로 원자핵의 전하량이 클수록 전자를 떼어내기가 어려우므로 제2 이온화 에너지는 D>C>A이다. 따라서 제2 이온화 에너지의 크기는 D>C>A>B이다.

9. **다음은 원소 A, B에 대한 자료이다.**

◦ A는 2주기, B는 3주기 원소이다.
◦ 그림에서 R_A는 A의 원자 반지름, R_B는 B의 원자 반지름이다.
◦ 그림에서 ㉠과 ㉡은 각각 A 이온의 반지름, B 이온의 반지름 중 하나이다.



이에 대한 설명으로 옳은 것만을 <보기>에서 있는 대로 고른 것은?(단, A와 B는 임의의 원소 기호이고, 이온은 안정한 상태이며 18족 원소의 전자 배치를 갖는다.)

보기
ㄱ. 원자가 전자 수는 B가 A보다 크다.
ㄴ. A 이온과 B 이온의 전자 배치는 같다.
ㄷ. ㉡은 B 이온의 반지름이다.

① ㄱ ② ㄴ ③ ㄷ ④ ㄱ, ㄷ ⑤ ㄴ, ㄷ

양진석의 해설

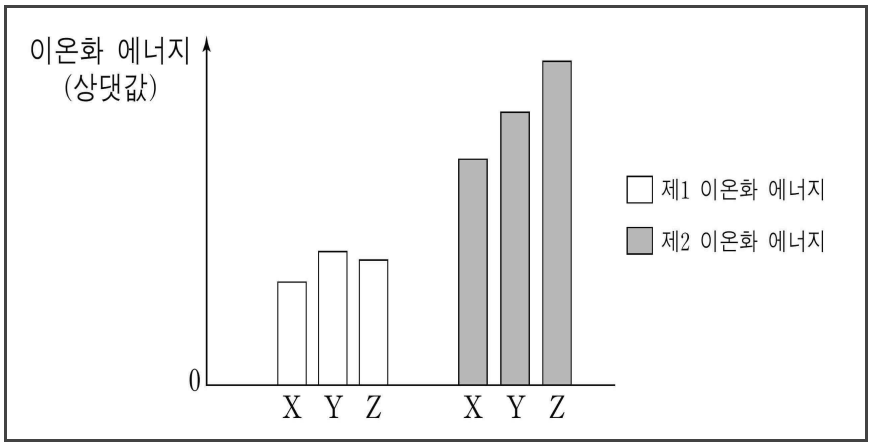
[2016학년도 대학수학능력시험 9월 모의평가]

답: ④
같은 주기에서 원자 번호가 작을수록 원자 반지름이 크고, 같은 족에서 원자 번호가 클수록 원자 반지름이 크다. 2주기 원소인 A의 원자 반지름이 3주기 원소인 B의 원자 반지름보다 크므로 A는 1족에 가까운 원소이고 B는 17족에 가까운 원소이다. 또한 주어진 그림에서 이온 반지름 ㉠은 A와 B의 원자 반지름보다 작고, 이온 반지름 ㉡은 A와 B의 원자 반지름보다 크므로 A는 금속 원소, B는 비금속 원소이다.

주기 \ 족	1	2	13	14	15	16	17
2	A는 1족, 2족 원소 중 하나이다.						
3					B는 15, 16, 17족 원소 중 하나이다.		

[정답맞히기] ㄱ. A는 2주기 금속 원소, B는 3주기 비금속 원소이므로 원자가 전자수는 B가 A보다 크다.
ㄷ. ㉡은 B의 이온 반지름이다.
[오답피하기]
ㄴ. A는 2주기 금속 원소이므로 이온의 전자 배치는 헬륨(He)과 같고, B는 3주기 비금속 원소이므로 이온의 전자 배치는 아르곤(Ar)과 같다.

10. **그림은 원자 번호가 연속인 2주기 원자 X~Z의 제1, 제2 이온화 에너지를 나타낸 것이다. 원자 번호는 X<Y<Z 이다.**



X~Z 로 옳은 것은? (단, X~Z 는 임의의 원소 기호이다.)

	X	Y	Z
①	Li	Be	B
②	Be	B	C
③	B	C	N
④	C	N	O
⑤	N	O	F

양진석의 해설

[2016학년도 대학수학능력시험 9월 모의평가]

답: ④

순차적 이온화 에너지

2주기 원소의 원자의 제1 이온화 에너지는 1족<13족<2족<14족<16족<15족<17족<18족이다. 또한 1족 원소의 원자는 전자 1개를 잃으면 18족과 같은 전자 배치를 갖게 되므로 두 번째 전자를 떼어내기가 매우 어려우므로 제2 이온화 에너지가 매우 크다.

[정답맞히기]

④ 제1 이온화 에너지가 그림의 X, Y, Z와 같은 경향성을 나타내는 경우는 X, Y, Z가 1족, 2족, 13족 원소의 원자이거나 14족, 15족, 16족 원소의 원자인 경우이다. 만일 X, Y, Z가 1족, 2족, 13족 원소의 원자라면 제2 이온화 에너지는 1족 원소의 원자가 가장 커야 하므로 주어진 그림과 맞지 않다. 따라서 X, Y, Z는 각각 14족, 15족, 16족 원소의 원자이므로 각각 X는 C, Y는 N, Z는 O이다.

11. **표는 원소 A~E의 전기 음성도와 안정한 이온의 반지름을 나타낸 것이다. 이온의 전자 배치는 모두 네온(Ne)과 같다.**

원소	A	B	C	D	E
전기 음성도	0.9	1.2	3.0	3.5	4.0
이온반지름(pm)	102	72	146	140	133

이에 대한 설명으로 옳은 것만을 <보기>에서 있는 대로 고른 것은? (단, A~E는 임의의 원소 기호이다.)

① A는 B보다 원자 번호가 크다.
② B와 C는 같은 주기 원소이다.
③ C는 D보다 원자가 전자 수가 많다.
④ D는 E보다 홀전자 수가 많다.
⑤ 원자가 전자가 느끼는 유효 핵전하는 C가 가장 크다.

양진석의 해설

[2015학년도 7월 고3 전국연합학력평가 문제지]

답: ④
[출제의도] 전기 음성도와 이온 반지름으로 주기적 성질 분석하기

A~E는 안정한 이온의 전자 배치가 네온과 같으므로 2주기 비금속 혹은 3주기 금속 원소이다. 전기 음성도와 이온 반지름을 고려하면 A와 B는 3주기 금속, C ~E는 2주기 비금속 원소이고 족은 A<B , C<D<E이다. 따라서 원자 번호는 B >A, 원자가 전자 수는 D>C , 홀전자 수는 D>E, 원자가 전자가 느끼는 유효 핵전하는 C<D<E이다.

Ⅲ 아름다운 분자세계

01 화학 결합
02 분자의 모양
03 동소체
04 탄소화합물

18,19강 화학결합

NOTE

01. 화학 결합의 성질

1. 이온결합

Tip!

무조건 금속과 비금속의 만남이다.!!

혹시 4만원의 산화수를 알고 있다면 산화수를 이용하라!!

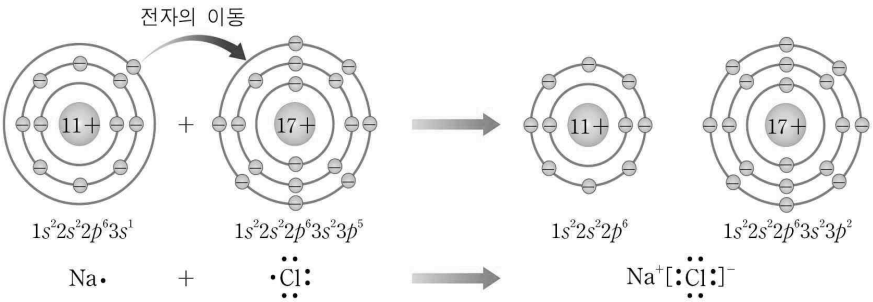
화학결합에 전자가 관여한다? : 산화수가 변하면 전자가 관여한 것이다.

1) 이온의 형성

① 금속원소와 비금속원소가 접근하면 서로 전자를 주고 받아 금속 양이온과 비금속 음이온을 형성한 후 이들 이온사이에 정전기적 인력이 작용하여 결합이 형성된다.

→ 이온 결합 : 금속 양이온과 비금속 음이온간의 정전기적 인력에 의한 결합이다.

② 실제 이온 결합 물질은 양이온과 음이온이 한 쌍으로 존재하는 것이 아니라 수 없이 많은 양이온과 음이온들이 이온 결합하여 삼차원적으로 서로를 둘러싸며 배열되어있다.



2) 이온 결합 물질의 화학식

① 이온 결합 비율을 가장 간단한 정수비로 나타낸다.

② 이온 결합 물질은 양이온의 총 전하량과 음이온의 총 전하량이 같게 결합하여 전기적으로 중성이다.

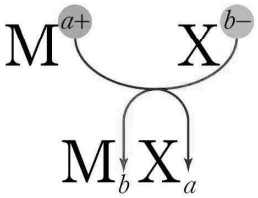
→ (양이온의 전하 × 양이온의 수) + (음이온의 전하× 음이온의 수) = 0

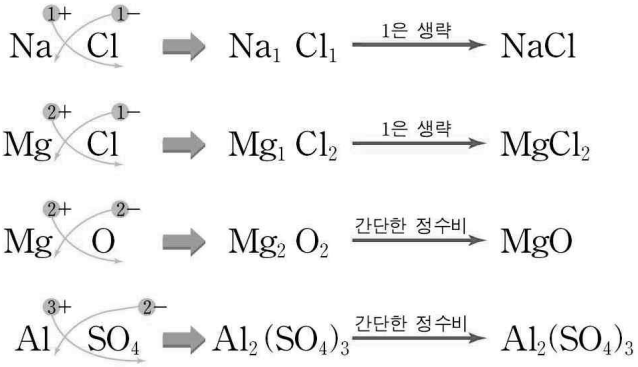
"신의 한 수" **이온결합과 이온화 연습**

이런 것 까지 수업 해야 하는가??ㅠㅠㅠㅠㅠㅠㅠㅠ

NOTE

M^{a+}과 X^{b-}이 결합하여 생성되는 화합물의 화학식은 다음과 같이 나타낸다. (단, a와 b가 1인 경우에는 생략한다.)

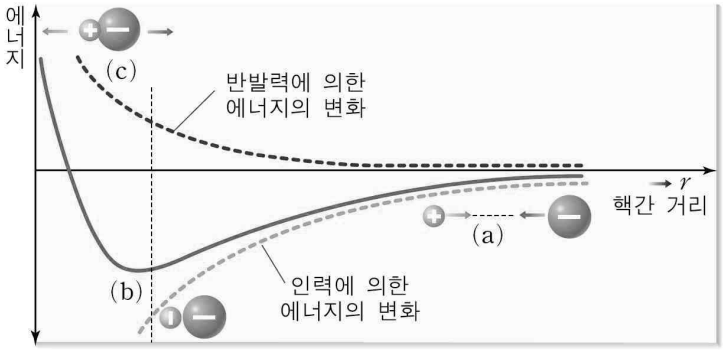




"신의 한 수" 이온결합의 형성

NOTE

<이온결합의 형성 과정 >



(a) 양이온과 음이온의 접근 :

멀리 떨어져 있는 양이온과 음이온 사이에는 반발력이 작게 작용하며 두 이온이 접근 할수록 정전기적 인력이 작용하여 에너지가 감소해 안정한 상태가 된다.

(b) 이온 결합 형성 :

이온간의 거리가 가까울수록 인력과 함께 반발력도 커지게 되는데 인력과 반발력이 균형을 이루어 에너지가 가장 낮은 거리 (r_o)에서 이온 결합이 형성된다.

(c) 양이온과 음이온이 너무 가까운 상태 :

두 이온사이의 거리가 너무 가까워지면 반발력의 크기가 커져 에너지가 높아지므로 불안정한 상태가 된다.

<이온 결합력과 녹는점 >

이온 결합력 :

양이온과 음이온 사이에 작용하는 정전기적 인력을 쿨롱의 힘 이라고 한다.

① 이온 결합력의 세기 :

양이온과 음이온의 전하량과 이온간 거리에 영향을 받는다.

- 이온의 전하량이 클수록 결합력이 세다.
  예) MgO > NaF
- 이온간 거리가 짧을수록 = 이온 반지름이 작을수록 결합력이 세다.
  예) LiCl > NaCl > KCl

② 이온 결합력과 녹는점 :

이온 결합력이 클수록 녹는점이 높다.

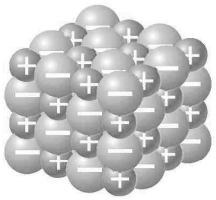
"신의 한 수 " **이온결합의 특징**

NOTE

<이온 결합 물질의 성질>

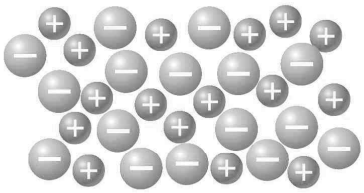
나트륨 이온

염화 이온



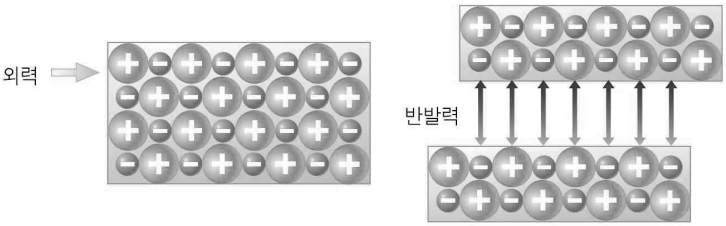
고체 상태

고체 상태에서는 전기 전도성이 없음.
➡반대 전하의 이온들이 단단히 결합하고 있어서 이동할 수 없기 때문



액체 상태

액체 상태에서는 전기 전도성이 있음.
➡이온 사이의 결합력이 약해져서 이동할 수 있기 때문



① 물에 대한 용해성 :

극성 용매인 물에 잘 녹으며 양이온과 음이온은 물 분자에 의해 둘러 싸여 용해(수화)된다.

② 전기전도성 :

고체 상태에서는 전기전도성이 없으나 액체 상태나 수용액 상태에서는 전기전도성이 있다.

→ 이유 : 고체 상태에서는 이온들이 자유롭게 이동할 수 없지만 액체나 수용액 상태에서는 이온들이 자유롭게 이동할 수 있기 때문이다.

③ 결정의 부스러짐 :

외력을 가하면 부스러지기 쉽다.

→ 이유 : 이온 결정에 힘을 가하면 이온층이 밀리면서 두층의 경계면에서 같은 전하를 띤 이온들이 만나게 되어 반발력이 작용하기 때문이다.

④ 녹는점

녹는점이 비교적 높아 상온에서 고체 상태이다.

→ 이유 : 이온간의 결합력이 세기 때문이다.

"신의 한 수" 이온결합 실전문제

NOTE

표는 원소 A~E가 이온 상태일 때의 전자 배치를 나타낸 것이다.

전자 껍질 / 오비탈 / 이온	K	L	M
	1s	2s 2p_x 2p_y 2p_z	3s 3p_x 3p_y 3p_z
A^-, B^{2-}, C^{2+}	↑↓	↑↓ ↑↓ ↑ ↑	□ □ □ □
D^-, E^{2+}	↑↓	↑↓ ↑↓ ↑↓ ↑↓	↑↓ ↑↓ ↑↓ ↑↓

이에 대한 설명으로 옳은 것만을 <보기>에서 있는 대로 고른 것은?
(단, A~E는 임의의 원소 기호이다.)

보기

ㄱ. A_2는 B_2보다 공유 전자쌍 수가 많다.
ㄴ. B의 수소 화합물 분자에는 비공유 전자쌍이 2개 존재한다.
ㄷ. CD_2와 EA_2는 액체 상태에서 전기를 통한다.

① ㄱ ② ㄴ ③ ㄱ, ㄴ
④ ㄱ, ㄷ ⑤ ㄴ, ㄷ

양진석의 해설

[정답] ⑤
[정답 해설]
A^-, B^{2-}, C^{2+}은 모두 네온(Ne)과 전자 배치가 같으므로 A는 F, B는 O, C는 Mg이다. D^-, E^{2+}은 모두 아르곤(Ar)과 전자 배치가 같으므로 D는 Cl, E는Ca이다.
ㄴ. B는 O이므로 수소 원자 2개와 공유 결합을 형성하며 비공유 전자쌍이 2개 존재한다.
ㄷ. CD_2($MgCl_2$)와 EA_2(CaF_2)는 이온 결합 화합물이며,액체 상태에서 이온이 자유롭게 이동할 수 있으므로 전기를 통한다.

02. 공유 결합

1. 공유결합

Tip!

무조건 비금속과 비금속의 만남이다.!!

전자를 공유한다는 것에 속지 말고 전기음성도를 기억하라!

전기음성도가 큰 쪽의 원소가 전자를 더 많이 가지고 있다!!

NOTE

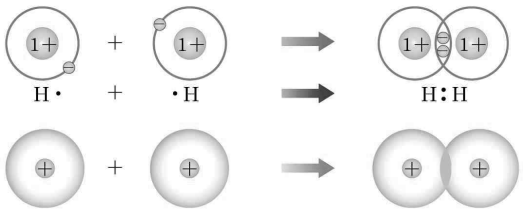
1) 공유 결합의 형성

① **공유결합** : 원자들이 전자쌍을 공유하면서 형성되는 결합으로 비금속 원자 사이에 이루어진다.

② **공유결합과 옥텟규칙** : 비금속 원자들이 서로의 홀전자를 내놓아 전자쌍을 이루고 이 전자쌍을 서로 공유함으로써 비활성 기체인 18족 원소와 같은 안정한 전자배치를 이루게 된다.

③ **공유 전자쌍과 비공유 전자쌍**

- 공유 전자쌍 : 결합에 참여한 두 원자가 서로 공유하는 전자쌍
- 비공유 전자쌍 : 공유 결합에 참여하지 않아 한 원자에만 속해 있는 전자쌍



④ **공유 결합 화합물(공유 결합 물질)** : 공유 결합에 의해 만들어진 물질

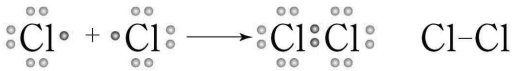
2) 공유 결합의 표시

① **루이스 전자점 식** : 원소 기호 주위에 원자가 전자를 점으로 나타낸 식

→ 원소기호의 위, 아래, 왼쪽, 오른쪽에 전자를 나타낼 때 훈트 규칙에 따라 홀 전자수가 많도록 배치한다.

② **구조식** : 비공유 전자쌍은 생략하고 공유 전자쌍만을 결합선으로 나타낸 식

예) Cl-Cl



루이스 전자식 구조식 Cl-Cl

3) 단일 결합과 다중 결합

① **단일 결합** : 2개의 원자가 전자쌍 1개를 공유함으로써 이루어지는 결합

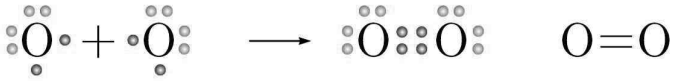
예) F-F, H-Cl, H-O-H



NOTE

② 다중 결합

- 이중 결합 : 2개의 원자가 전자쌍 2개를 공유함으로써 이루어지는 결합

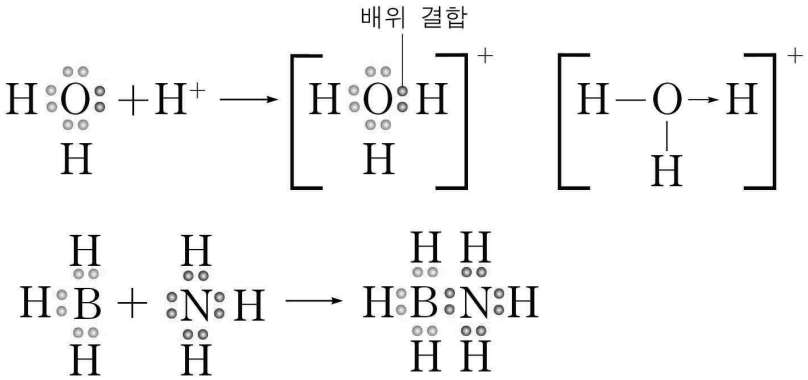


- 삼중 결합: 2개의 원자가 전자쌍3개를 공유함으로써 이루어지는 결합



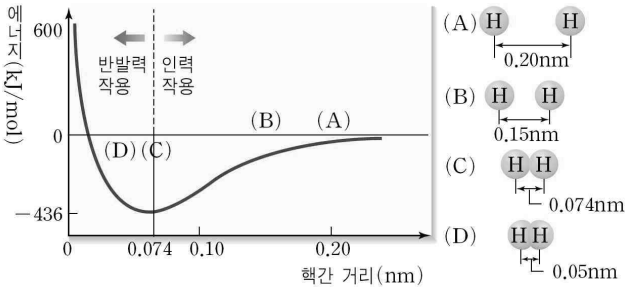
(4) 배위 결합 :

어떤 원자가 비공유 전자쌍을 일방적으로 제공하여 이루어지는 공유 결합



"신의 한 수 "

공유결합의 형성



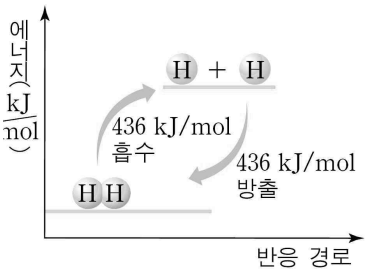
① 공유 결합 형성과 에너지 변화 :

두 원자가 공유 결합을 이룰 때 핵과 전자사이에 인력과 반발력이 상호 작용한다. 두 원자 사이의 거리가 점점 가까워지면 인력에 의해 에너지가 점차 작아지며 에너지가 가장 작을 때 공유 결합이 형성된다.

② 공유 결합 길이와 공유 결합 반지름

- 공유 결합 길이 : 두 원자가 공유 결합을 이룰 때 두 원자의 핵사이의 평균 거리
- 공유 결합 반지름 : 같은 원자 사이에 공유 결합을 이룰 때 공유 결합길이의 절반

③ 결합 에너지



- 두 원자가 공유 결합을 형성하여 안정해지면서 방출 하는 에너지
  예) $H(g) + H(g) \rightarrow H_2(g) + 436\ kJ/mol$
- 1몰의 기체상태의 분자에서 공유 결합을 끊어 기체 상태의 원자로 만드는 데 필요한 에너지.
  예) $H_2(g) \rightarrow H(g) + H(g) \quad -436\ kJ/mol$

④ 공유 결합 길이 및 결합수에 따른 결합에너지

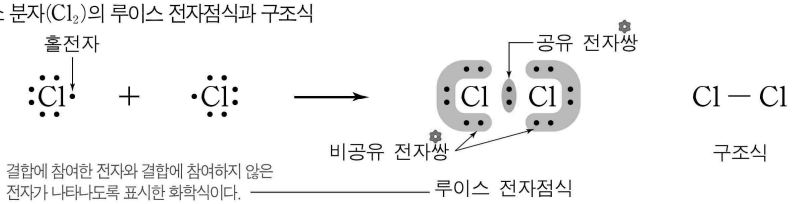
- 일반적으로 결합 길이가 짧을수록 결합 에너지는 커진다.
- 결합수가 많을수록 결합 길이는 짧아지고 결합 에너지는 커진다,

NOTE

"신의 한 수" 공유결합의 특징

NOTE

염소 분자(Cl_2)의 루이스 전자점식과 구조식



① 물에 대한 용해성 :

HCl, NH_3 등과 같은 극성 분자는 물에 잘 녹지만 물에 잘 녹지 않는 물질이 많다.

② 전기 전도성 :

고체와 액체 상태에서 전기 전도성이 없다.

(단, 흑연, 탄소나노튜브 등은 예외)

→ 이유 : 이온으로 구성 되어 있지 않고 전자가 원자 사이에 공유 되어 있거나 원자핵에 강하게 결합 되어 있어 전자들이 이동할 수 없기 때문이다.

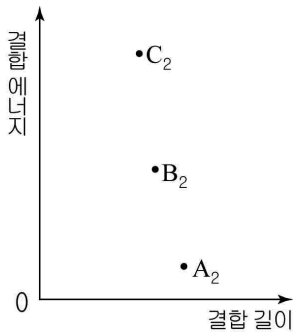
③ 녹는점, 끓는점 :

대부분 상온에서 액체나 기체 상태이며 녹는점과 끓는점이 비교적 낮다.

→ 이유: 분자사이의 인력이 대부분 약하기 때문이다.

"신의 한 수" 공유결합의 실전문제

그림은 2주기 원소로 구성된 이원자 분자 A_2, B_2, C_2의 결합 길이와 결합 에너지를 나타낸 것이다.



이에 대한 설명으로 옳은 것만을 <보기>에서 있는 대로 고른 것은?
(단, A, B, C는 임의의 원소 기호이다.)

보기

ㄱ. 분자 B_2에는 다중 결합이 존재한다.
ㄴ. 원자 반지름은 A > B > C 이다.
ㄷ. 끓는점은 $C_2 > B_2 > A_2$ 이다.

① ㄱ ② ㄷ ③ ㄱ, ㄴ
④ ㄱ, ㄷ ⑤ ㄴ, ㄷ

NOTE

양진석의 해설

[정답] ①
[정답 해설]
결합에너지는 사실 시험 범위가 아니다. 하지만 샘이 왜 이런 문제를 학인 문제로 했을까?
공유결합의 기본은 분자를 그릴 수 있는가에 결정되는 것이다.
이 문제를 통해서 보다 깊은 공유결합의 세계로 안내하고자 하는 것이 이유니까 범위가 아니라고 비판하거나 욕하지 말것!!

"신의 한 수" **전기분해**

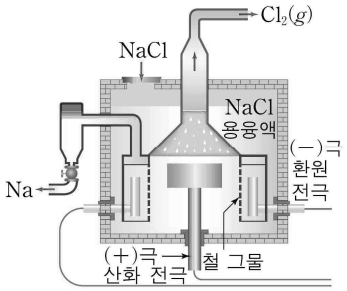
NOTE

전기 분해를 왜 할까?

원소를 확인하기 위해서이다. 전기분해를 이해하는 요령은 다음과 같다.

1. 먼저 어떤 화합물을 전기 분해 하는 것인지 확인해라!
2. 확인한 화합물의 양이온과 음이온을 상상하라
3. (-)극에서는 양이온이 끌려오고 (+)극에서는 음이온이 끌려온다.
4. 양이온은 금속으로 석출 되고 음이온은 이원자 분자의 기체 형태로 나온다.
   단 수소이온은 분자!!

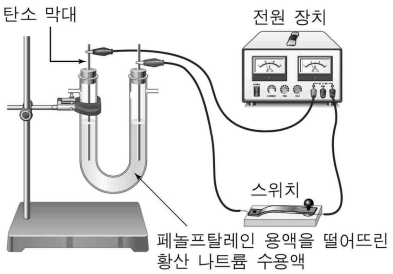
<NaCl용융액의 전기 분해>



질문 1
(-)극에서의 반응식을 쓰시오

질문 2
(+)극에서의 반응식을 쓰시오

<황산나트륨 수용액의 전기 분해>



질문 3
(-)극에서의 반응식을 쓰시오

질문 4
(+)극에서의 반응식을 쓰시오

질문 5
황산나트륨은 뭘까?

"신의 한 수" 전기분해-실전문제

다음은 염화 나트륨($NaCl$)과 물(H_2O)의 전기 분해에 대한 설명이다.

NOTE

○ 고체 염화 나트륨은 전기 분해되지 않지만 용융시키면 전기 분해된다.

$$2NaCl(s) \xrightarrow[\text{전기 분해}]{\text{용융}} 2Na(s) + Cl_2(g)$$

○ 순수한 물은 전기 분해되지 않지만 전해질을 첨가하면 전기 분해된다.

$$2H_2O(l) \xrightarrow[\text{전기 분해}]{\text{전해질 첨가}} 2H_2(g) + O_2(g)$$

이에 대한 설명으로 옳은 것만을 <보기>에서 있는 대로 고른 것은?

보기

ㄱ. $NaCl$은 이온 결합 화합물이다.
ㄴ. H_2O을 이루는 원자 사이의 결합에는 전자가 관여하고 있다.
ㄷ. 화합물을 전기 분해하면 성분 원소로 분해할 수 있다.

① ㄱ ② ㄴ ③ ㄱ, ㄷ
④ ㄴ, ㄷ ⑤ ㄱ, ㄴ, ㄷ

양진석의 해설

[정답] ⑤
[정답 해설]
샘의 의도는 두 가지 전기 분해를 동시에 묻어 보고 싶었던 것이다.
그런데 이 반응식을 보고 실험과정이 떠오르기를 바라는 맘이 가득하지만 과연 그렇게 될지는!!

20강 분자의 모양

NOTE

01 .분자 모형

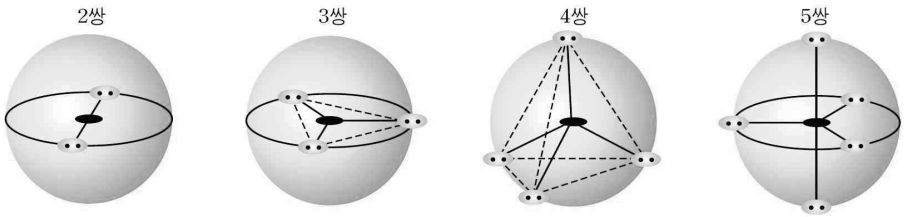
1. 분자 모양 그리기

1) 원자가 전자쌍 반발 이론

공유 결합 분자에서 중심 원자 주위의 전자쌍들이 정전기적 반발력을 최소화하기 위해 가능한 한 서로 멀리 떨어져 놓이게 되는데 이러한 전자쌍의 반발에 의해 분자 구조가 결정된다. 이를 원자가 전자쌍 반발 이론이라고 한다.

① 전자쌍 반발 원리에 의한 분자의 전자쌍 배치 :

전자쌍의 수에 따라 전자쌍의 배치가 달라져 전자쌍 사이의 반발력이 최소가 되는 구조로 변한다.



[직선형] [평면삼각형] [정사면체] [삼각 쌍뿔형]

② 전자쌍 사이의 반발력 크기 :

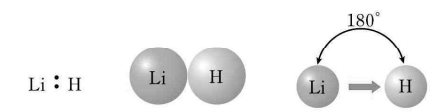
비공유 전자쌍 사이의 반발력이 공유 전자쌍 사이의 반발력 보다 크다.

→ 공유 결합 분자에서 한 원자에만 속해 있는 비공유 전자쌍은 서로 다른 원자 사이의 공유 전자쌍 보다 주변의 공간을 더 차지하기 때문이다.

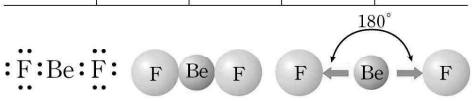
비공유 전자쌍사이의 반발력 > 비공유 전자쌍과 공유전자쌍 사이의 반발력 > 공유 전자쌍 사이의 반발력

③ 공유 전자쌍과 비공유 전자쌍에 의한 분자 구조의 변화

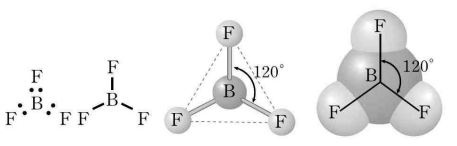
1족				
공유전자쌍	비공유전자쌍	분자모양	분자의 극성	결합각
1	–	직선	극성	180°



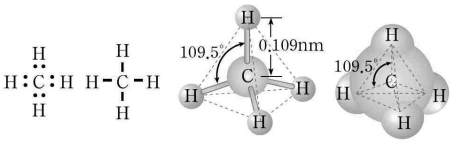
2족				
공유전자쌍	비공유전자쌍	분자모양	분자의 극성	결합각
2	–	직선	무극성	180°



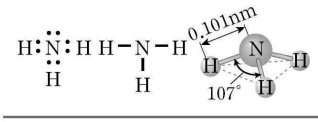
13족				
공유전자쌍	비공유전자쌍	분자모양	분자의 극성	결합각
3	–	평면 삼각형	무극성	120°

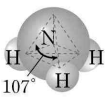


14족				
공유전자쌍	비공유전자쌍	분자모양	분자의 극성	결합각
4	–	정사면체	무극성	109.5°

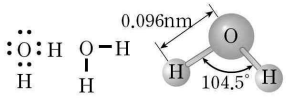


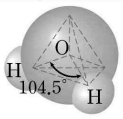
15족				
공유전자쌍	비공유전자쌍	분자모양	분자의 극성	결합각
3	1	삼각뿔	극성	107°





16족				
공유전자쌍	비공유전자쌍	분자모양	분자의 극성	결합각
2	2	굽은형	극성	1104.5°





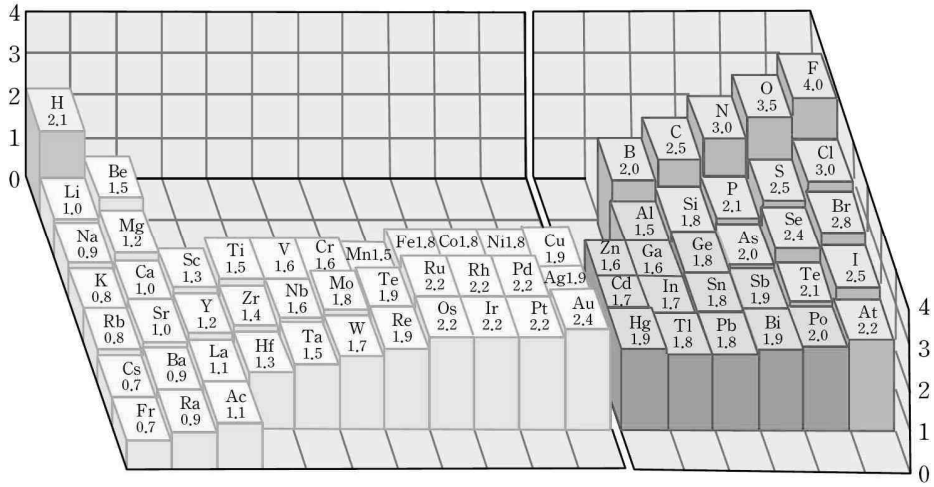
NOTE

02. 결합의 극성

1. 결합과 극성

1) 전기 음성도

공유 결합으로 생성된 화합물에서 각 원자가 공유 전자쌍을 끌어당기는 힘의 크기를 상대적으로 나타낸 값 무조건 무조건 수치는 암기해야 한다.



암기해보자!!

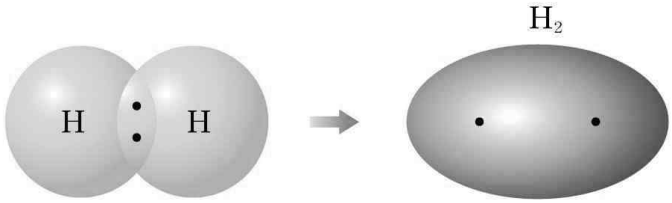
H :
Li :
Be :
B :
C :
N :
O :
F :
Na :
Mg :
Al :
Cl :
Br :

2) 전기 음성도와 결합의 극성

NOTE

"신의 한 수" 전기음성도와 결합의 극성

① 무극성 공유결합

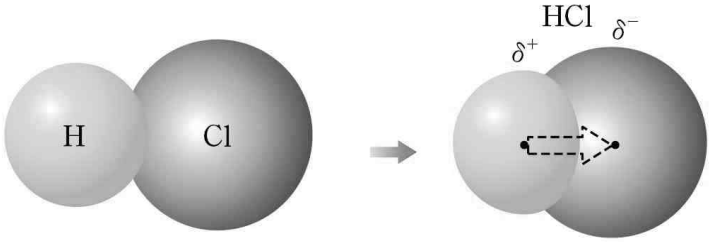


질문 1
이 물질은 화합물일까? 순물질일까?

질문 2
무극성 공유결합 물질 두 가지만 더 써보자

질문 3
전기음성도 차이는?

② 극성 공유결합



질문 3
이 물질은 화합물일까? 순물질일까?

질문 4
극성 공유결합 물질 두 가지만 더 써보자

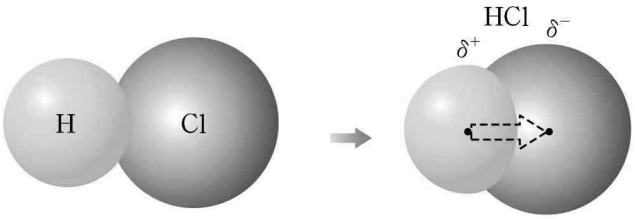
질문 5
전기음성도 차이는?

"신의 한 수" **쌍극자 모멘트**

분자가 극성인가? 무극성인가에 대한 판단은 쌍극자 모멘트 합을 보면 된다.

NOTE

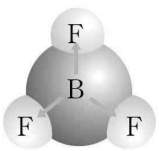
① **쌍극자** : 공유 결합 분자에서 전기 음성도가 큰 원자는 부분적인 (-)전하(δ^-)를 띠고 전기 음성도가 작은 원자는 부분적인 (+)전하(δ^+)를 띠는데, 이처럼 크기가 같고 부호가 반대인 두 전하가 일정한 거리에 떨어져 부분적인 전하를 나타내는 것을 쌍극자라고 한다.



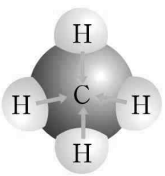
② **쌍극자 모멘트(μ)** : 결합의 극성이나 분자의 극성 정도를 나타낼 때 사용되는 물리량

- 쌍극자 모멘트의 크기 : 분자에서 두 원자의 전하와 거리를 곱한 벡터값
- 쌍극자 모멘트의 방향 : (+)전하로부터 (-)전하를 향한다.
- 쌍극자 모멘트의 값이 클수록 극성이 강하므로 결합의 극성을 나타내는 척도로 사용된다.

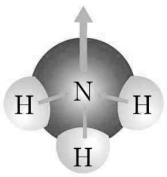
$$\mu(\text{쌍극자모멘트}) = q \times r \quad (q : \text{전하량}\, r : \text{두 전하 사이의 거리})$$



(가)



(나)

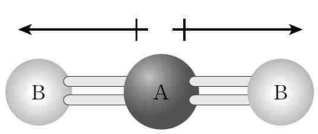


(다)

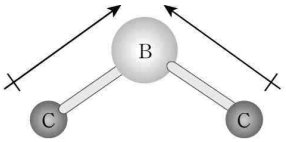
질문 1
극성 분자와 무극성 분자를 구분 하시오

NOTE

"신의 한 수 " 분자모양 연습



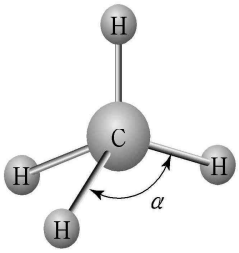
(가)

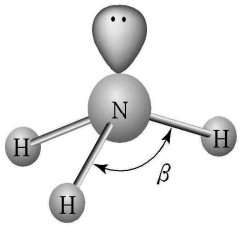


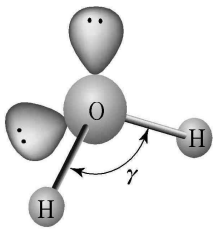
(나)

질문 1

극성과 무극성을 판단하시오

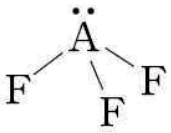




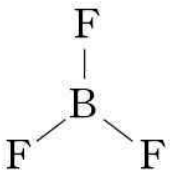


질문 2

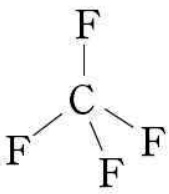
각각의 결합각을 쓰시오



(가)



(나)



(다)

질문 3

A, B, C 모두 2주기 원소이다.

A의 원소는? **(가)의 결합각은?**

B의 원소는? **(나)의 결합각은?**

C의 원소는? **(다)의 결합각은?**

21강 동소체

01. 탄소관련 동소체

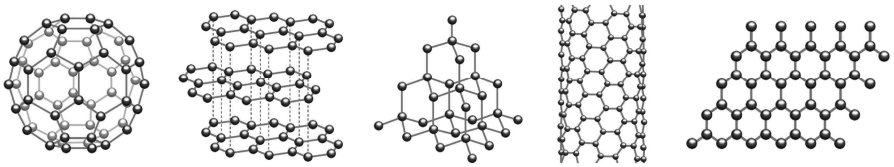
NOTE

1. 탄소의 동소체와 분자 구조

1) 탄소(C)의 결합 수 : 탄소는 원자가 전자 4개를 가지므로 다른 원자와 4개의 공유 결합을 이룰 수 있다.

2) 탄소의 동소체

① **동소체** : 같은 원소로 되어 있으나 원자 배열이 달라 모양과 성질이 다른 홑원소 물질



(가) (나) (다) (라) (마)

(가) 플러렌 : 축구공 모양의 매우 안정한 분자 구조

- 60개의 탄소 원자가 20개의 정육각형과 12개의 정오각형 모양으로 결합

(나) 흑연 : 1개의 탄소 원자가 3개의 다른 탄소 원자와 이차평면에서 정육각형 모양으로 결합한다.

- 층상 구조 → 층이 밀려 부스러지기 쉽다.
- 결합에 참여하지 않는 원자가 전자로 인해 전기가 잘 통한다.

(다) 다이아몬드 : 1개의 탄소 원자가 4개의 다른 탄소 원자와 정사면체 모양으로

- 삼차원적으로 결합한다.
- 그물 구조 → 매우 단단하다.
- 원자가 전자가 모두 결합에 참여하므로 전기가 통하지 않는다.

(라) 탄소나노튜브 : 탄소 원자들이 정육각형 모양으로 연결되어 nm 크기의 관모양을 이룸

- 강도, 전기 전도성, 열전도성이 크다. → 반도체, 디스플레이에 이용되는 신소재.

(마) 그래핀 : 흑연에서 떼어 낸 탄소원자 한 층에 해당

→ 탄소 원자들이 정육각형 모양으로 연결, 가장 얇으면서 강도와 전기 전도성이 매우 크다.

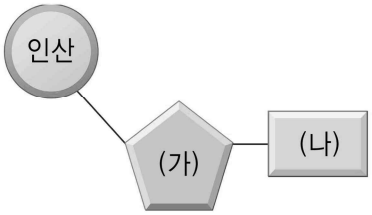
02. 핵산 (DNA)

NOTE

1) DNA의 구조

① DNA의 기본 단위 : 당 + 인산 + 염기로 구성된 뉴클레오타이드

- 당 : 탄소 5개로 구성된 5탄당으로서 디옥시리보스(Deoxyribose)이다.
- 인산 : H_3PO_4로서 약한 산성을 나타내는 물질
- 염기 : 아데닌(A), 구아닌(G), 사이토신(C), 티민(T)으로 구성

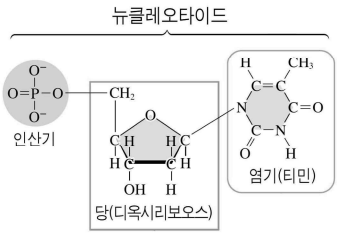


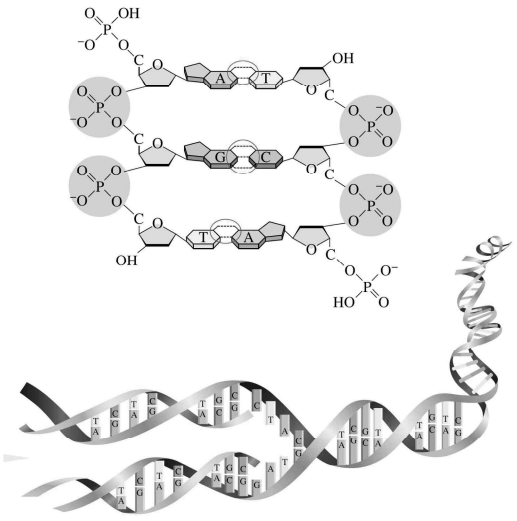
(가) : 리보오스 (나) 염기

② DNA의 이중 나선 구조

- 당 - 인산 골격 : 당과 인산이 교대로 결합하여 좌우로 2개의 긴 골격을 형성한다.
- 염기쌍 : 골격 안쪽에 위치하며 수소결합으로 두 가닥을 연결한다.
  → 유전정보 저장
- 이중 나선 구조 : 뉴클레오타이드가 연결된 두 가닥이 나선형으로 꼬여 있다.

2) DNA의 유전 정보 전달 : DNA 이중 나선 구조의 사슬이 풀어져 각각 하나의 가닥이 되고, 풀어진 각각의 가닥에 상보적인 새로운 염기쌍과 새로운 골격이 만들어지면 원래의 구조와 똑같은 2개의 이중 나선 DNA가 형성됨으로써 유전 정보가 전달된다.

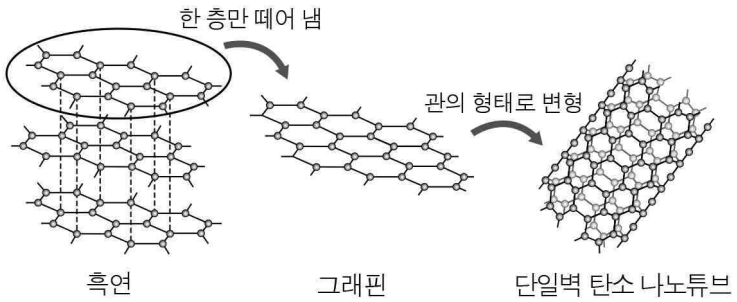




"신의 한 수 " 동소체 - 실전문제

NOTE

그림은 흑연(C)으로 그래핀을, 그래핀으로 단일벽 탄소 나노튜브를 만드는 과정을 나타낸 것이다.



세 물질의 공통점으로 옳은 것만을 <보기>에서 있는 대로 고른 것은?

보기

ㄱ. 전기 전도성이 없다.
ㄴ. 다이아몬드의 동소체이다.
ㄷ. 완전 연소 생성물은 이산화탄소이다.

① ㄱ ② ㄷ ③ ㄱ, ㄴ
④ ㄴ, ㄷ ⑤ ㄱ, ㄴ, ㄷ

양진석의 해설

[정답] ④
[정답 해설]
잘 봐 어떻게 푸는지!!

22, 23강 탄소화합물

NOTE

01 .탄소화합물

1. 탄소화합물 : 탄소가 탄소나 다른 원소들과 공유 결합하여 이루어진 모든 종류의 화합물

1) 탄소화합물

① **탄소 화합물의 다양성** : 유전 정보를 저장하고 있는 DNA, 녹말 등의 식량, 화석 연료, 의류, 대부분의 의약품 등이 모두 탄소 화합물이다.

② **탄소 화합물이 다양한 이유 :** 탄소의 원자가 전자가 4개이므로 탄소 1개가 최대 4개의 다른 원자와 다양하게 결합할 수 있기 때문이다.

2) 탄화수소의 분류

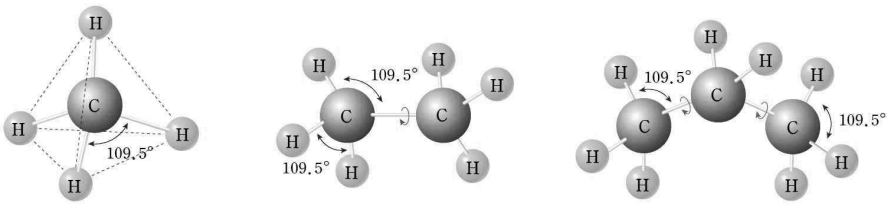
① **탄화수소** : 탄소 화합물 중 탄소(C)와 수소(H)로만 이루어진 화합물

→ 연소 시 CO_2와 H_2O이 생성된다.

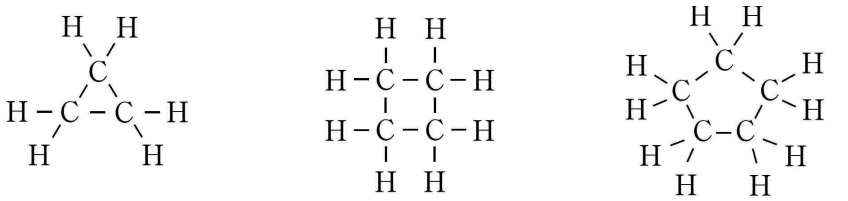
② **구조적 특징에 따른 탄화수소의 분류**

• 결합의 모양에 따른 분류

→ 단일 결합을 기준으로 사슬형과 고리형을 구분하라!!!



사슬형

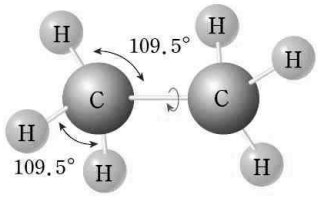


고리형

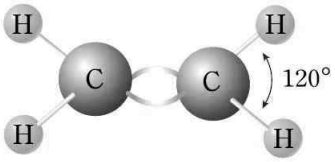
NOTE

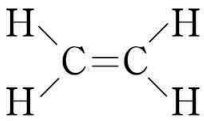
• **결합의 종류에 따른 분류**

→ 단일 결합이 보이면 포화탄화수소 이중 혹은 삼중결합이 보이면 불포화탄화수소!!



포화탄화수소

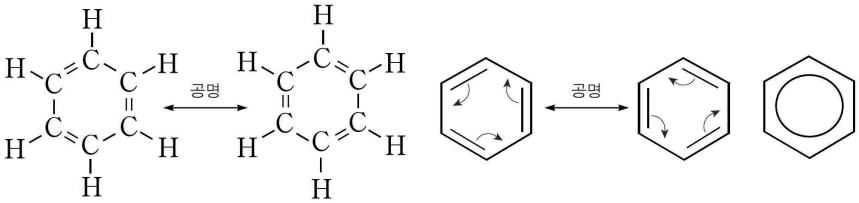




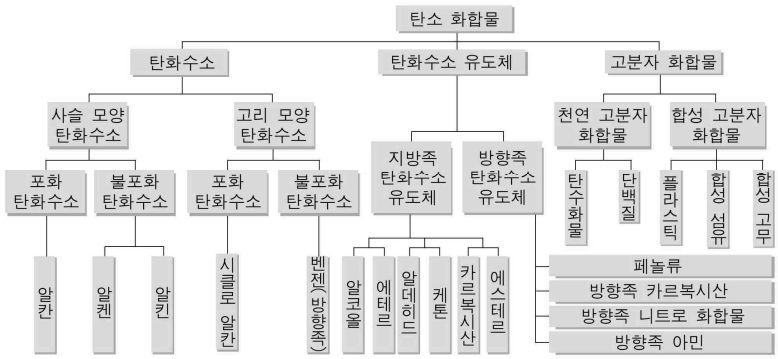
불포화탄화수소

• **벤젠 고리의 포함 여부에 따른 분류**

→ 벤젠의 유무에 의해서 벤젠이 있으면 방향족! 없으면 지방족!



"신의 한 수" **탄소화합물 분류표**



현 교육과정에서 공부하는 것은 탄소화합물 중 탄화수소에 해당하는 것만 공부한다.

02 사슬형과 고리형의 분류

NOTE

1. 사슬형 탄화수소

1) 알케인(alkane)

① 탄소(C)와 탄소(C) 원자 사이의 결합이 모두 단일 결합으로 이루어진 사슬 모양의 포화 탄화수소

② **일반식** : C_nH_{2n+2}

③ **명명법** : 탄소 수를 나타내는 말의 어미에'-에인(ane)'을 붙인다.

예) 메테인(CH_4), 에테인(C_2H_6), 프로페인(C_3H_8) , 뷰테인(C_4H_{10})

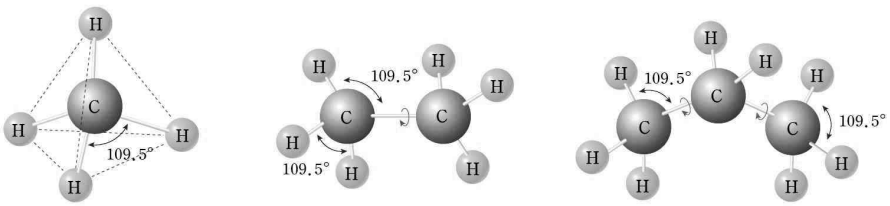
• 탄소 화합물에서 탄소 수에 따른 이름

수	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
수를 셀 때	mono	di	tri	tetra	penta	hexa	hepta	octa	nona	deca
물질 이름	metha	etha	propa	buta	penta	hexa	hepta	octa	nona	deca

④ **구조**

• 모든 알케인을 이루는 각 탄소 원자는 메테인과 같이 109.5°의 결합각을 가지면서 입체 구조를 이룬다.

• 모든 탄소 - 탄소 결합이 단일 결합으로 이루어져 있으므로 탄소 원자들의 회전이 자유롭다.



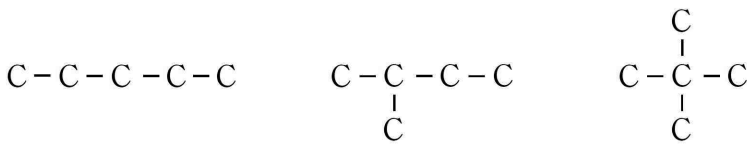
⑤ **성질**

• 화학적으로 안정하므로 상온에서는 쉽게 반응하지 않는다.

• 극성이 작으므로 물에 잘 녹지 않는다.

• 탄소 수가 많아질수록 분자 사이의 인력이 증가하여 녹는점과 끓는점이 높아진다.

⑥ **구조 이성질체** : 분자식은 같지만 구조식이 달라서 성질이 다른 이성질체로, 탄소 수가 4개 이상인 알케인은 여러 가지 구조 이성질체를 가진다.



2) 알켄(alkene)

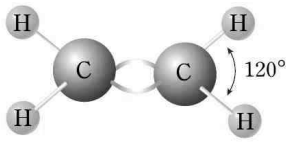
① 탄소(C)와 탄소(C) 원자 사이에 이중 결합이 포함된 사슬 모양의 불포화 탄화수소

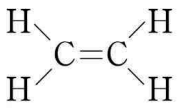
② **일반식** : C_nH_{2n}

③ **명명법** : 탄소 수를 나타내는 말의 어미에'-엔(ene)'을 붙인다.

예) 에텐(C_2H_4), 프로펜(C_3H_6), 뷰텐(C_4H_8), 펜텐(C_5H_{10})

④ **구조** : 알켄의 이중 결합을 이루는 두 탄소 원자에 연결된 원자들은 같은 평면에 존재 하며, 이때 탄소의 결합각은 120°이다.





(3) 알카인(alkyne)

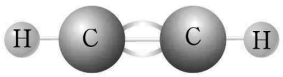
① 탄소(C)와 탄소(C) 원자 사이에 삼중 결합이 포함된 사슬 모양의 불포화 탄화수소

② **일반식** : C_nH_{2n-2}

③ **명명법** : 탄소 수를 나타내는 말의 어미에'-아인(yne)'을 붙인다.

예) 에타인(C_2H_2), 프로파인(C_3H_4), 뷰타인(C_4H_6), 펜타인(C_5H_8)

④ **구조** : 알카인의 삼중 결합을 이루는 두 탄소 원자에 연결된 원자들은 같은 직선상에 존재하며, 이때 탄소의 결합각은 180°이다.





NOTE

NOTE

2. 고리 모양 탄화수소

1) 사이클로알케인(cycloalkane)

① 탄소(C)와 탄소(C) 원자 사이의 결합이 모두 단일 결합으로 이루어진 고리 모양의 포화 탄화수소

② **일반식** : C_nH_{2n}

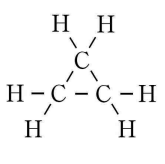
③ **명명법** : 탄소 수가 같은 알케인의 이름 앞에 '사이클로(cyclo)-'를 붙이면 되므로 '사이클로(cyclo) -에인(ane)'이 된다.

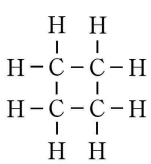
예) 사이클로프로페인(C_3H_6), 사이클로뷰테인(C_4H_8), 사이클로펜테인(C_5H_{10})

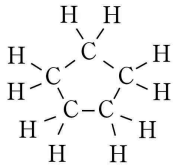
④ **성질** : 사이클로프로페인과 사이클로뷰테인을 제외한 사이클로알케인은 대부분 매우 안정하여 화학 반응을 잘 하지 않는다.

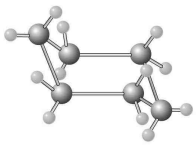
⑤ **사이클로알케인의 구조 이성질체** : 사이클로알케인과 알켄은 일반식이 C_nH_{2n}으로 같으 므로 서로 구조 이성질체 관계이다.

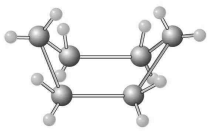
예) 사이클로프로페인과 프로펜 : C_3H_6, 사이클로헥세인과 헥센 : C_6H_{12}


시클로프로판


시클로부탄


시클로펜탄

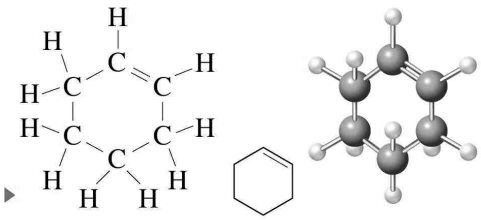

의자모양


보트모양

• 사이클로헥세인(C_6H_{12})은 보트형과 의자형의 두 가지 구조를 가진다.

2) 사이클로알켄(cycloalkene)

고리 내에 이중 결합이나 삼중 결합을 갖는 고리 모양의 불포화 탄화수소



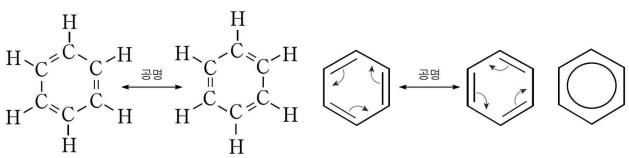
(3) 방향족 탄화수소

벤젠 고리를 포함한 탄화수소로, 독특한 향이 나기 때문에 방향족 탄화수소라고 한다.

① **벤젠** : 탄소(C)와 탄소(C) 원자 사이에 단일 결합과 이중 결합의 중간적 형태의 결합을 이루는 고리 모양의 불포화 탄화수소

② **분자식** : C_6H_6 → 6개의 탄소 원자에 수소 원자가 1개씩 결합되어 있다.

③ **구조** : 정육각형의 평면 구조로 결합각은 120°이며, 공명 구조를 하고 있어 안정하다.



"신의 한 수" 탄소화합물 분류표

NOTE

표는 분자식이 C_3H_6인 2가지 탄화수소 (가), (나)의 구조에 대한 자료이다.

탄화수소	1개의 수소와 결합한 탄소 수(개)	2개의 수소와 결합한 탄소 수(개)	3개의 수소와 결합한 탄소 수(개)
(가)	0	3	0
(나)	1	1	1

(가), (나)에 대한 설명으로 옳은 것만을 <보기>에서 있는 대로 고른 것은?

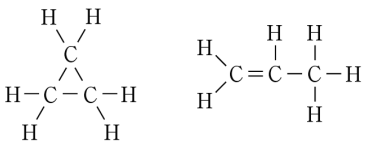
보기

ㄱ. 모두 무극성 분자이다.
ㄴ. 3개의 탄소가 이루는 결합각은 (가)가 (나)보다 크다.
ㄷ. 1개의 분자에 있는 공유 전자쌍의 수는 서로 같다.

① ㄱ ② ㄴ ③ ㄱ, ㄷ
④ ㄴ, ㄷ ⑤ ㄱ, ㄴ, ㄷ

양진석의 해설

[정답] ③
[정답 해설]

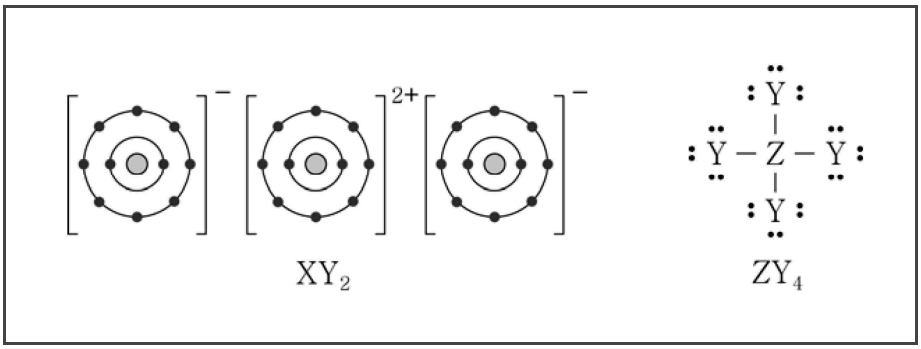


(가)

(나)

ㄱ. 탄화수소는 모두 무극성 분자이다.
ㄴ. 3개의 탄소가 이루는 결합각은 (가)는 60°, (나)는 약 120°이다.
ㄷ. 분자 1개에 있는 공유 전자쌍의 수는 모두 9개이다.

1. **그림은 XY_2의 화학 결합 모형과 ZY_4분자의 루이스 구조식을 나타낸 것이다.**



이에 대한 옳은 설명만을 <보기>에서 있는 대로 고른 것은? (단, X ~ Z는 임의의 원소 기호이다.)

<보기>

ㄱ. X는 3주기 원소이다.
ㄴ. 바닥상태 원자의 홀전자 수는 Y가 Z보다 많다.
ㄷ. XY는 액체 상태에서 전기 전도성이 있다.

① ㄴ ② ㄷ ③ ㄱ, ㄴ ④ ㄱ, ㄷ ⑤ ㄱ, ㄴ, ㄷ

양진석의 해설

[2015학년도 3월 고3 전국연합학력평가 문제지]

답: ④

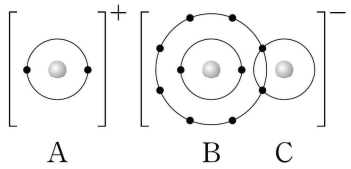
[출제의도] 화학 결합의 차이점을 이해한다.

XY_2는 이온 결합 물질, ZY_4는 공유 결합 물질이다.

ㄱ. X는 3주기, Y는 2주기 원소이다.

[오답풀이] ㄴ. 홀전자 수는 Y 가 1, Z가 2이다.

2. 그림은 화합물 ABC의 화학 결합 모형을, 표는 화합물 X, Y의 화학식의 구성 원자 수를 나타낸 것이다.



화합물	구성 원자 수		
	A	B	C
X	2	1	0
Y	0	1	2

이에 대한 설명으로 옳은 것만을 <보기>에서 있는 대로 고른 것은?
(단, A~C는 임의의 원소 기호이다.)

<보기>
ㄱ. Y는 공유 결합 화합물이다.
ㄴ. 전기 전도성은 Y(l)가 X(l)보다 크다.
ㄷ. Y에서 B는 옥텟 규칙을 만족한다.

① ㄱ ② ㄴ ③ ㄱ, ㄷ ④ ㄴ, ㄷ ⑤ ㄱ, ㄴ, ㄷ

양진석의 해설

[2015학년도 6월 고3 전국연합학력평가 문제지]

[답: ③]

이온 결합 화합물의 결합 모형과 성질

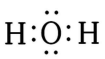
화학 결합 모형에서 A는 +1가의 양이온이므로 전자가 3개인 Li이다. B와 C는 단일 결합을 이루고 있고 전체적으로 –1가의 음이온이므로 B는 O, C는 H이다.

X는 A 2개와 B 1개로 구성되어 있으므로 $A_2B(Li_2O)$이고, Y는 B 1개와 C 2개로 이루어져 있으므로 $C_2B(H_2O)$ 이다.

[정답맞히기]

ㄱ. Y는 비금속 원소인 O와 H가 결합하여 생성된 물질이므로 공유 결합 화합물이다.

ㄷ. Y에서 B는 원자가 전자가 6개이므로 C 2개와 각각 단일 결합을 형성하며, 옥텟규칙을 만족한다.



[오답피하기] ㄴ. X는 이온 결합 화합물이므로 액체 상태에서 이온이 자유롭게 움직일 수 있어 전기 전도성이 있다. 그러나 Y는 공유 결합 화합물로 이온으로 구성되어 있지 않으므로 액체 상태에서 전기 전도성이 없다. 따라서 액체 상태에서 전기 전도성은 X( )>Y( )이다.

3.

표는 X 용융액과, 소량의 X를 첨가한 물을 각각 전기 분해할 때 두 전극에서 생성되는 물질을 나타낸 것이다.

물질 \ 전극	(−)극	(+)극
X 용융액	고체 A	기체 B_2
소량의 X를 첨가한 물	기체 C_2	기체 D_2

이에 대한 설명으로 옳은 것만을 <보기>에서 있는 대로 고른 것은?
(단, A~D는 임의의 원소 기호이다.)

보기

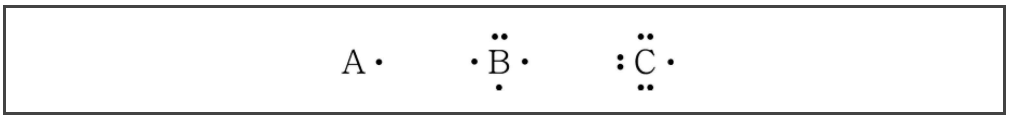
ㄱ. X는 이온 결합 물질이다.
ㄴ. X를 구성하는 원소는 A와 B이다.
ㄷ. 생성되는 C_2와 D_2의 몰수 비는 1 : 1이다.

① ㄱ ② ㄷ ③ ㄱ, ㄴ ④ ㄴ, ㄷ ⑤ ㄱ, ㄴ, ㄷ

양진석의 해설

답: ③
[출제의도] 전기 분해로 화학 결합 확인하기
ㄱ, ㄴ. X 용융액을 전기 분해할 때 고체 A와 기체 B_2가 생성되었으므로, X는 금속 원소 A와 비금속 원소 B로 구성된 이온 결합 물질이다.
ㄷ. 소량의 X를 첨가한 물을 전기 분해할 때 기체 C_2와 D_2가 생성되었으므로, X는 전해질이고 물이 전기 분해되었다. 따라서 (−)극에서 H_2, (+)극에서 O_2가 생성되고 $2H_2O \rightarrow 2H_2 + O_2$ 반응에 의해 생성되는 C_2와 D_2의 몰수 비는 2:1이다.

4. **다음은 1, 2주기 비금속 원소 A ~ C의 원자를 루이스 전자점식으로 나타낸 것이다.**



A ~ C로 이루어진 물질에 대한 옳은 설명만을 <보기>에서있는 대로 고른 것은?
(단, A ~ C는 임의의 원소 기호이다.)

보기

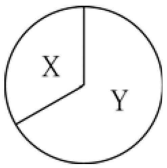
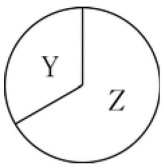
ㄱ. AC는 공유 결합 물질이다.
ㄴ. BA_3에서 B는 부분적인 음전하를 띤다.
ㄷ. BC_3의 분자 구조는 삼각뿔형이다.

① ㄱ ② ㄷ ③ ㄱ, ㄴ ④ ㄴ, ㄷ ⑤ ㄱ, ㄴ, ㄷ

양진석의 해설

][2015학년도 3월 고3 전국연합학력평가 문제지]
답: ⑤
[출제의도] 원자의 루이스 전자점식을 이해한다.
ㄱ. 비금속 원소끼리는 공유 결합을 한다.
ㄴ. 전기 음성도는 B가 A보다 크다.
ㄷ. BC_3의 중심 원자에는 공유 전자쌍 3개, 비공유 전자쌍 1개가 존재한다.

5. **표는 원소 X ~ Z로 이루어진 3원자 분자 (가), (나)에 대한 자료이다. X ~ Z는 각각 H, C, O 중 하나이다.**

분자	(가)	(나)
원자 수 비		

이에 대한 옳은 설명만을 <보기>에서 있는 대로 고른 것은?

보기

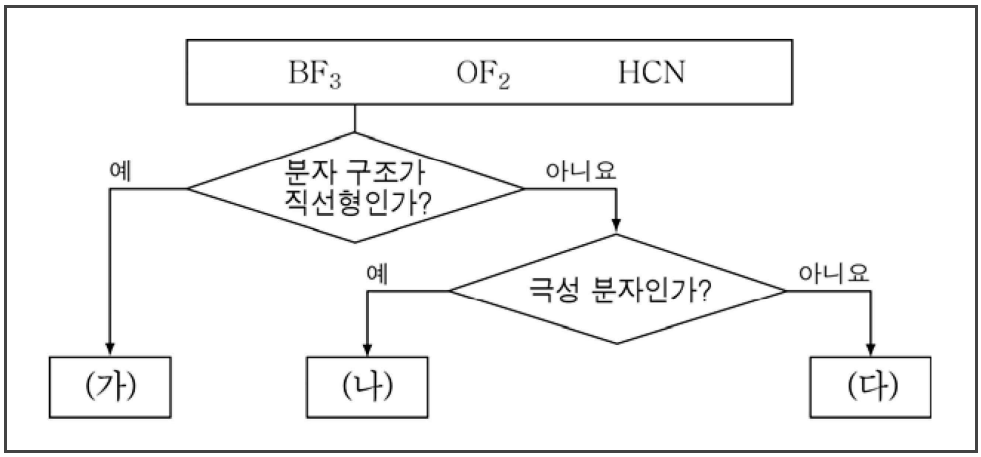
ㄱ. (가)에는 2중 결합이 있다.
ㄴ. (나)는 무극성 분자이다.
ㄷ. (가)와 (나)는 $\frac{\text{비공유 전자쌍 수}}{\text{공유 전자쌍 수}}$ 가 같다.

① ㄴ ② ㄷ ③ ㄱ, ㄴ ④ ㄱ, ㄷ ⑤ ㄱ, ㄴ, ㄷ

양진석의 해설

[2015학년도 3월 고3 전국연합학력평가 문제지]
답: ④
[출제의도] 분자의 구조와 성질을 이해한다.
ㄱ, ㄷ. (가)는 CO_2, (나)는 H_2O이다. (가)와 (나)는 각각 공유 전자쌍 수와 비공유 전자쌍 수가 같다.

6. **그림은 3가지 분자를 주어진 기준에 따라 분류하는 과정을 나 타낸 것이다.**



(가)~(다)에 대한 옳은 설명만을 <보기>에서 있는 대로 고른 것은?

<보기>

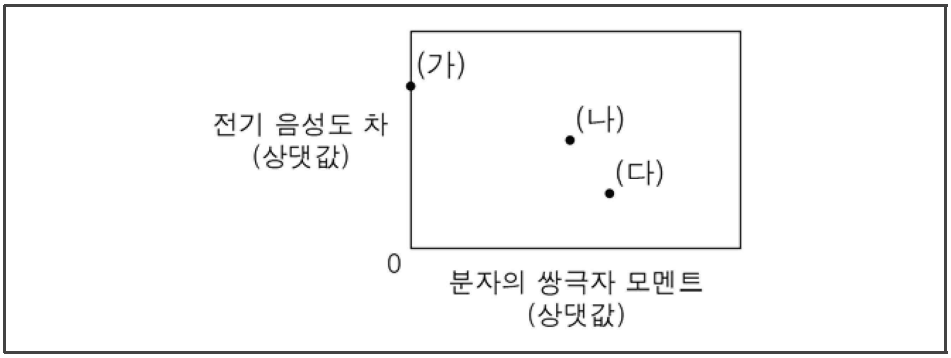
ㄱ. (가)에는 3중 결합이 있다.
ㄴ. 중심 원자에 존재하는 전체 전자쌍 수는 (다)가 가장 적다.
ㄷ. 결합각은 (나)가 (다)보다 크다.

① ㄱ ② ㄷ ③ ㄱ, ㄴ ④ ㄴ, ㄷ ⑤ ㄱ, ㄴ, ㄷ

양진석의 해설

[2015학년도 3월 고3 전국연합학력평가 문제지]
정답: ③
[출제의도] 분자의 구조와 성질을 이해한다
(가)는 HCN, (나)는 OF_2, (다)는 BF_3이다.
ㄴ. BF_3의 중심 원자에는 3개의 공유 전자쌍이 있다.
[오답풀이]
ㄷ. OF_2의 분자 구조는 굽은형이고, BF_3의 분자 구조는 평면 삼각형이다.

7. **그림은 플루오린(F)을 포함한 분자 (가) ~(다)의 쌍극자 모멘트와 구성 원소 간의 전기 음성도 차를 나타낸 것이다. (가)~(다)는 각각 XF_2, YF_3, ZF_4 중 하나이며, X~Z는 2주기 원소이다.**



이에 대한 설명으로 옳은 것만을 <보기>에서 있는 대로 고른 것은?
(단, X~Z는 임의의 원소 기호이다.)

보기

ㄱ. (가)에는 극성 공유 결합이 있다.
ㄴ. (나)는 YF_3이다.
ㄷ. 전기 음성도는 X가 Z보다 작다.

① ㄱ ② ㄴ ③ ㄷ ④ ㄱ, ㄴ ⑤ ㄱ, ㄷ

양진석의 해설

[2015학년도 4월 고3 전국연합학력평가 문제지]
답: ④
[출제의도] 결합의 극성 이해하기
ㄱ, ㄴ. 분자의 쌍극자 모멘트로부터 (나)와 (다)는 극성 분자로 OF_2, NF_3 중 하나이므로 XF_2는 OF_2이고, YF_3는 NF_3이다. 또한 구성 원소 간 전기 음성도 차가 NF_3>OF_2이므로 (나)는 NF_3, (다)는 OF_2이다. (가)는 무극성 분자로 BeF_2, BF_3, CF_4 중 하나이고, ZF_4이어야 하므로 CF_4이다. (가)의 C와 F는 전기 음성도 차가 0이 아니므로 극성 공유 결합을 한다.
ㄷ. 전기 음성도는 O>C이므로, X가 Z보다 전기 음성도가 크다.

8. **그림 (가)는 사이클로헥세인, (나)는 벤젠의 구조를 나타낸 것이다.**



(가) (나)

이에 대한 설명으로 옳은 것만을 <보기>에서 있는 대로 고른 것은?

보기

ㄱ. (가)와 (나)의 분자식은 같다.
ㄴ. (가)는 입체 구조, (나)는 평면 구조를 나타낸다.
ㄷ. 탄소 원자 사이 결합각은 (가)와 (나)가 같다.

① ㄱ ② ㄴ ③ ㄷ
④ ㄱ, ㄴ ⑤ ㄱ, ㄷ

양진석의 해설

[정답] ②
[정답 해설]
ㄴ. (가)를 구성하는 중심 원자인 탄소 사이를 공유 결합으로 연결하면 의자 모양의 입체 구조를 형성한다. 반면에 (나)는 중심 원자인 탄소 원자 6개가 120˚의 결합각을 보이면서 같은 평면을 이루며, 주변 원자인 수소 역시 탄소와 같은 평면에 놓인다.

9. **표는 탄화수소 분자 (가), (나)에 대한 자료이다.**

	탄소 수	1몰을 완전 연소시킬 때 필요한 O_2 의 몰수(몰)	H원자 3개와 결합된 C 원자 ($-CH_3$)수
(가)	2	3	0
(나)	3	4.5	1

이에 대한 옳은 설명만을 <보기>에서 있는 대로 고른 것은?

보기

ㄱ. (가)의 분자식은 C_2H_4이다.
ㄴ. (나) 1몰을 완전 연소시키면 H_2O 1.5몰이 생성된다.
ㄷ. (나)는 고리 모양 탄화수소이다.

① ㄱ ② ㄴ ③ ㄱ, ㄷ ④ ㄴ, ㄷ ⑤ ㄱ, ㄴ, ㄷ

양진석의 해설

[[2015학년도 3월 고3 전국연합학력평가 문제지]
답: ①
[출제의도] 탄화수소의 구조를 파악한다.
ㄱ. $C_x H_y$ 1몰을 완전 연소시킬 때 O_2 $(x+\frac{1}{4}y)$몰이 필요하므로 (가)는 C_2H_4, (나)는 C_3H_6 이다.
[오답풀이] ㄴ. (나) 1몰을 완전 연소시킬 때 생성되는 H_2O 의 몰수는 3몰이다.
ㄷ. (나)는 $-CH_3$가 존재하므로 사슬 모양 탄화수소이다.

10. **표는 탄소 수가 3개인 서로 다른 탄화수소 (가)~(라)에 대한 자료이다.**

탄화수소	(가)	(나)	(다)	(라)
H원자 2개와 결합된 C원자의 수	1	1	0	3
분자 모양	사슬 모양	고리 모양	사슬 모양	고리 모양

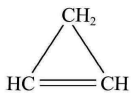
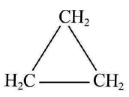
이에 대한 설명으로 옳은 것만을 <보기>에서 있는 대로 고른 것은?
(단, (가)는 포화 탄화수소이다.)

<보기>
ㄱ. (가)와 (나)는 분자식이 같다.
ㄴ. (다)는 불포화 탄화수소이다.
ㄷ. (라)의 탄소 원자 간 결합 길이는 서로 같다.

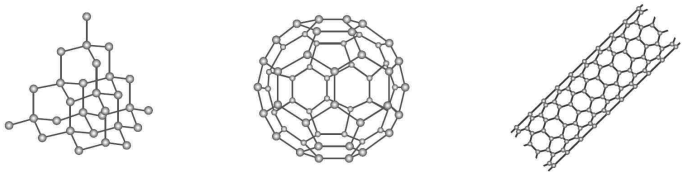
① ㄱ ② ㄷ ③ ㄱ, ㄴ ④ ㄴ, ㄷ ⑤ ㄱ, ㄴ, ㄷ

양진석의 해설

[[2015학년도 7월 고3 전국연합학력평가 문제지]
답: ④
[출제의도] 탄화수소의 다양한 구조 이해하기
(가)~(라)의 구조식은 다음과 같다.

(가)	(나)
$CH_3CH_2CH_3$	
(다)	(라)
$CH \equiv CCH_3$	

11. **그림 (가)~(다)는 탄소 원자로 이루어진 물질의 구조를 모형으로 나타낸 것이다.**



(가) (나) (다)

각 탄소 원자에 공유 결합하는 탄소 원자 수를 비교한 것으로 옳은 것은?

① (가) > (나) > (다) ② (가) > (나) = (다) ③ (가) = (나) > (다)
④ (나) > (가) = (다) ⑤ (다) > (가) = (나)

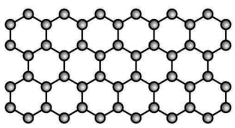
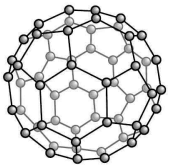
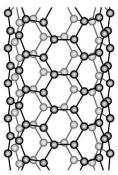
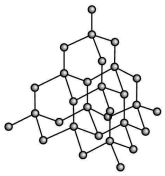
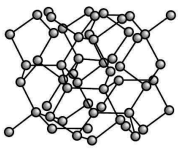
양진석의 해설

[정답] ②
[정답 해설]
(가)는 다이아몬드, (나)는 풀러렌, (다)는 탄소 나노튜브의 구조이다. (가)는 탄소 원자 1개가 4개의 탄소 원자와 직접 결합한다. (나)와 (다)는 탄소 원자 1개가 3개의 탄소 원자와 직접 공유 결합한다. 따라서 탄소 원자 1개와 직접 결합하는 탄소 원자의 수는 (가)>(나)=(다)이다.

12. **다음은 어떤 탄소 동소체에 대한 설명이다.**

이 동소체는 흑연에서 분리된 한 층이며, 탄소 원자가 연결된 육각형 벌집 모양의 2 차원 평면 구조이다. 이것은 구부릴 수 있고 열과 전기 전도성이 우수하다.

이 탄소 동소체의 구조로 가장 적절한 것은?

① 
② 
③ 
④ 
⑤ 

양진석의 해설

[2015학년도 6월 고3 전국연합학력평가 문제지]
답: ①
탄소 동소체 그래핀
탄소의 동소체는 탄소 원자만으로 이루어진 동소체로 그래핀, 풀러렌(C_{60}), 탄소나노튜브, 다이아몬드 등이 있다.
[정답맞히기] ① 그래핀은 흑연에서 분리된 한 층으로 탄소 원자가 연결된 벌집 모양의 2차원 평면 구조이다.

Ⅳ

닮은꼴 화학 반응

01 산화 환원 반응
02 산과 염기의 반응
03 중화반응
04 생활 속의 산과 염기

25, 26강 산화, 환원과 산화수

NOTE

01. 산화 환원 반응

1. 산화수와 산화 환원 반응

1) 산화수 : 물질 중의 원자가 산화 되었는지 또는 환원 되었는지를 나타내는 수

2) 물질에서의 산화수 결정

① **이온 결합 화합물** : 물질을 구성하고 있는 각 이온의 전하가 그 원자의 산화수가 된다.
예) 염화나트륨(NaCl)의 경우 : 나트륨의 산화수가 +1이고 염소의 산화수가 -1이다.

② **공유 결합 화합물** : 공유 결합에서는 전기 음성도가 큰 원자가 공유 전자쌍을 모두 가진다고 가정할 때 주고받는 전자의 수가 산화수이며 전자를 잃은 상태를(+), 전자를 얻은 상태를 (-)로 나타낸다.

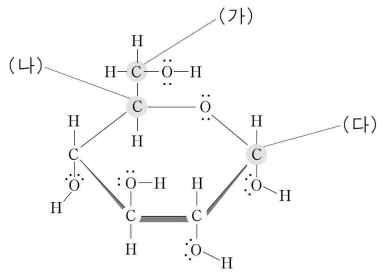
"신의 한 수 " 산화수 우선순위 결정

<산화수 결정 >

산화수 우선 순위 : 산화수는 평균값이다.

ex) I_3^- : I의 산화수 : _____

$C_6H_{12}O_6$ C : H : O : _____



1순위 : 1족 원소 : +1 ex) Na : +1, Li : +1
2족 원소 : +2 ex) Mg : +2, Ca: +2
Al : +3
F : -1

2순위 : H : +1

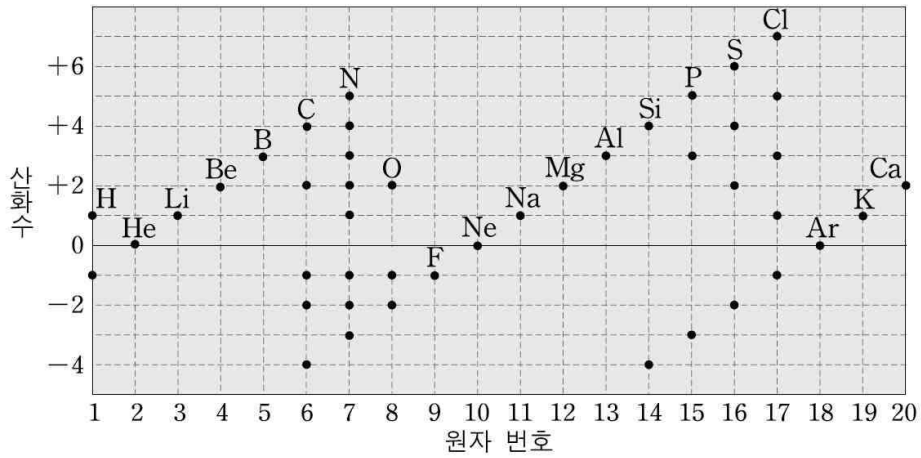
3순위 : O : -2

산화수를 구해 보라!

C_2H_2 C_2H_4 C_2H_6 NaH H_2O_2

NOTE

※ 산화수는 다양하다.

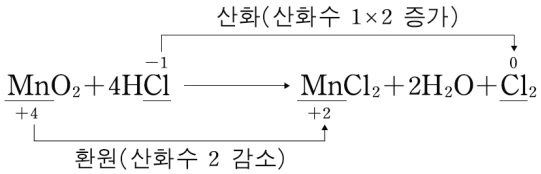


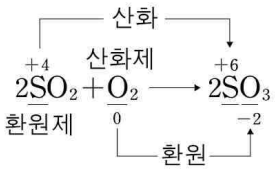
※ 원자가 전자 수와 산화수의 비교

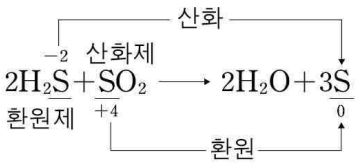
원자가 전자 수	1	2	3	4	5	6	7
가장 큰 산화수	+1	+2	+3	+4	+5	+6	+7
가장 작은 산화수				−4	−3	−2	−1

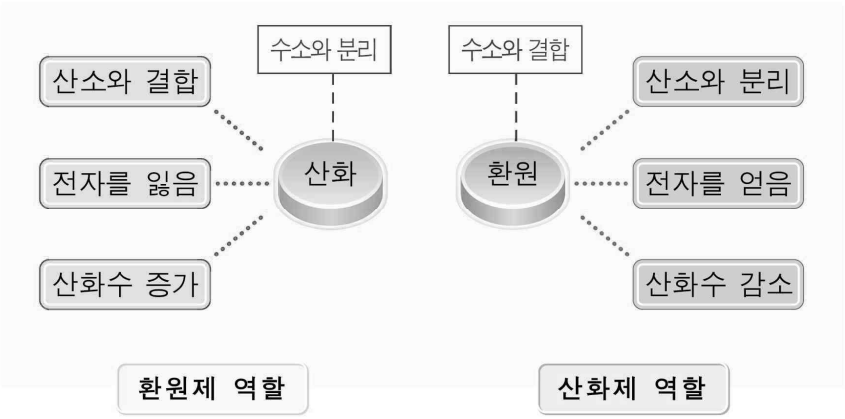
(단, O와 F은 예외)

※ 산화수를 이용한 산화 환원









NOTE

"신의 한 수" 산화, 환원 판별

<반응의 판별>

1) 산소에 의한 판별 :

2) 전자에 의한 판별 :

(3) 수소에 의한 판별 :

다음 중 산화 - 환원 반응의 화학 반응식이 아닌 것은?

① $N_2 + 3H_2 \rightarrow 2NH_3$

② $CaO + SiO_2 \rightarrow CaSiO_3$

③ $CuO + H_2 \rightarrow Cu + H_2O$

④ $2Fe_2O_3 + 3C \rightarrow 4Fe + 3CO_2$

⑤ $Cu + 2AgNO_3 \rightarrow 2Ag + Cu(NO_3)_2$

"신의 한 수" 산화, 환원 - 실전문제

다음은 산화 환원 반응의 화학 반응식이다.

(가) $Cl_2 + H_2O \rightarrow HCl + HClO$

(나) $aAl + bAg_2S \rightarrow Al_2S_3 + cAg$ (a~c는 반응 계수)

이에 대한 설명으로 옳은 것만을 <보기>에서 있는 대로 고른 것은?

보기

ㄱ. (가)에서 H_2O은 산화된다.

ㄴ. (나)에서 $a+b=c$이다.

ㄷ. (나)에서 Al은 환원제이다.

① ㄱ ② ㄷ ③ ㄱ, ㄴ ④ ㄴ, ㄷ ⑤ ㄱ, ㄴ, ㄷ

[2015학년도 7월 고3 전국연합학력평가 문제지]

답: ②

"신의 한 수" 산화수 - 실전문제

NOTE

다음은 이산화 황(SO_2)과 관련된 2가지 반응식이다.

(가) $SO_2 + 2H_2S \rightarrow 3S + 2H_2O$

(나) $SO_2 + 2H_2O + Cl_2 \rightarrow H_2SO_4 + 2HCl$

이에 대한 설명으로 옳은 것만을 <보기>에서 있는 대로 고른 것은?

보기

ㄱ. (가)에서 H_2S의 S은 산화수가 증가한다.

ㄴ. (가)와 (나)에서 SO_2은 모두 환원제로 작용한다.

ㄷ. SO_2은 Cl_2보다 더 강한 산화제이다.

정답 ㄱ

"신의 한 수" 산화수를 이용한 계수 맞추기 실전문제

다음은 구리를 묽은 질산에 넣었을 때 일어나는 반응의 화학 반응식이다.

$3Cu + 8HNO_3 \rightarrow 3Cu(NO_3)_2 + xNO +$ (가)

이에 대한 설명으로 옳은 것만을 <보기>에서 있는 대로 고른 것은?

보기

ㄱ. x는 2이다.

ㄴ. (가)는 $4H_2 + 2O_2$이다.

ㄷ. Cu를 산화시킬 때 Cu 3몰당 8몰의 HNO_3이 산화제로 작용한다.

27, 28강 금속의 반응성

NOTE

01. 금속의 반응성

1. 금속의 이온화 경향도

금속	K > Ca > Na > Mg > Al > Zn > Fe > Ni > Sn > Pb > (H) > Cu > Hg > Ag > Pt > Au
금속의 반응성	크다. ← 산화되기 쉽다.(←) (→)산화되기 어렵다. → 작다.
이온화 경향	크다. ← → 작다.

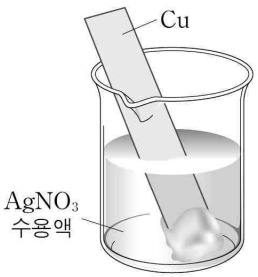
Tip! 일단 무조건 암기 해야 한다.

금속끼리 전자를 잃어 버리는 순서가 존재 한다.

그럼 우선 순위를 따져야 하는데 위의 표를 암기 하지 않으면 본질에 접근 하지 못한다.

"신의 한 수" 금속의 반응성

<반응의 판별>



$$\overset{\text{산화}}{\text{Cu}(s)} + 2\text{Ag}^+(aq) \longrightarrow \overset{\text{환원}}{\text{Cu}^{2+}(aq)} + 2\text{Ag}(s)$$

- 산화 반응 : $\text{Cu}(s) \longrightarrow \text{Cu}^{2+}(aq) + 2\text{e}^-$
- 환원 반응 : $2\text{Ag}^+(aq) + 2\text{e}^- \longrightarrow 2\text{Ag}(s)$

여기서 모든 기술이 나온다!~~~~

질문 1
구리가 전자를 잃는 이유?

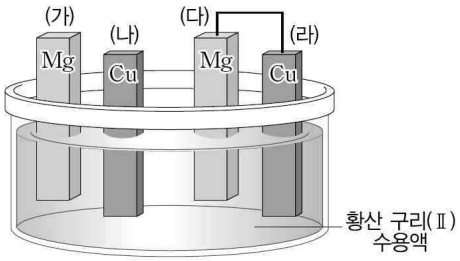
질문 2
전자의 이동 경로에 대해서 알아보세요

질문 3
이온 수에 변화에 대해서 이야기 해 보세요

"신의 한 수 " 금속의 반응성

NOTE

전자는 반드시 도선을 따라 움직인다.



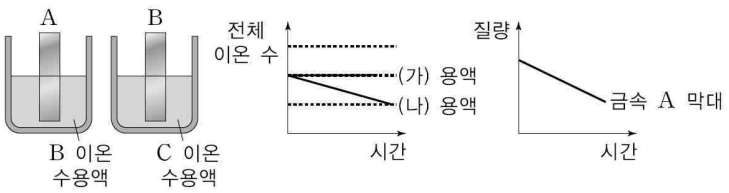
전자의 흐름에 대해서 ___

도선의 의미를 파악해보자!!!

반응 후 질량의 크기를 비교해 봅시다.

"신의 한 수 " 금속의 반응성

금속의 반응성에서도 양적관계가 존재한다?



(가) (나) (다) (라)

<자료 해설 능력 키우기>

화학 반응식 쓰기 :

반응성의 크기 비교 :

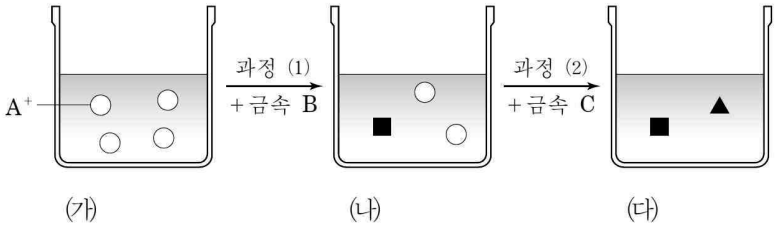
전하량의 크기는?

원자의 상대적 질량의 크기는?

NOTE

"신의 한 수" 금속의 반응성

그림은 금속 A 이온이 들어 있는 수용액에 금속 B와 C를 순서대로 넣었을 때, 수용액 속에 존재하는 금속 양이온만을 모형으로 나타낸 것이다. 단, 넣어 준 금속 C의 양은 충분하고, 음이온은 반응에 참여하지 않는다.



질문 1
과정 (1)에서 금속 B는 산화제이다.

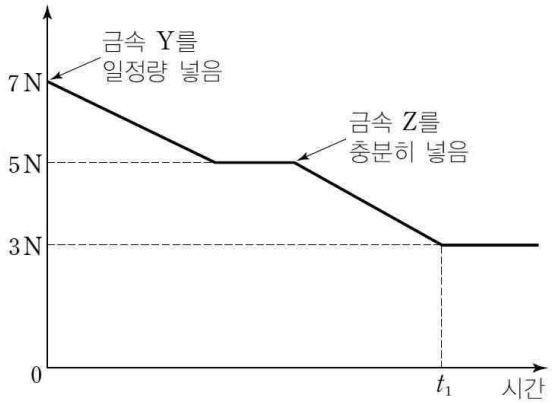
질문 2
금속 이온의 산화수 비는 A : C = 1 : 2 이다.

질문 3
(다) 수용액에 금속 B를 넣으면 B가 산화된다.

"신의 한 수" 금속의 반응성

NOTE

그림은 XNO_3 수용액에 일정량의 금속 Y를 넣어 반응시킨 후 충분한 양의 Z를 넣어 주는 실험에서 시간에 따라 수용액 속에 존재하는 양이온 수를 상댓값으로 나타낸 것이다.



문제의 조건 : t_1 **이후 수용액 속에는 Y의 이온과 Z의 이온이 1 : 2의 개수비로 존재한다.**

질문1
반응성의 크기는?

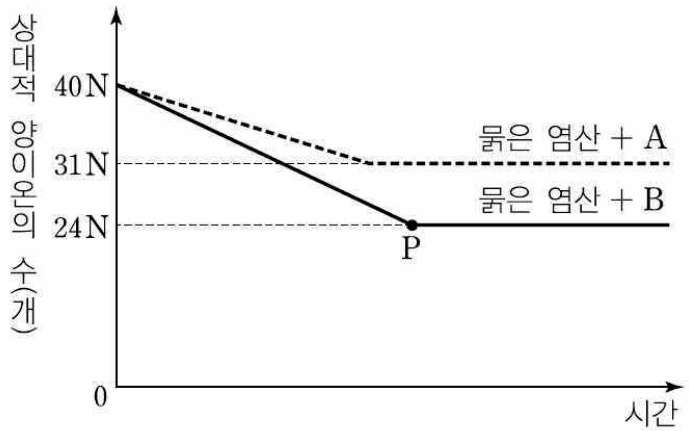
질문2
주고 받은 총 전자수는?

질문3
전하량의 크기를 각각 비교하시오

"신의 한 수" 금속의 반응성 & 양적관계

NOTE

그림은 일정량의 묽은 염산에 금속 A와 B를 각각 xg씩 넣고 반응 시킬 때 용액 속의 이온 수 변화를 나타낸 것이다.



문제의 조건 : 1. 묽은 염산은 반응하기 충분한 양이다.
2. A와 B의 안정한 이온은 각각 +2가, +3가이다.

질문 1
A와 B의 원자량 비는 8 : 9이다.
질문 2
P점에서 수소 이온과 B 이온의 개수는 같다.
질문 3
A와 B가 모두 반응할 때 발생한 수소 기체의 몰수 비는 3 : 4이다.

02. 금속의 부식

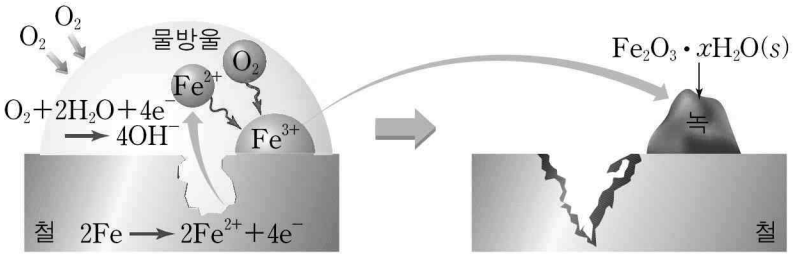
1. 철의 부식과 부식 방지법

NOTE

1) 철의 부식

철이 공기 중의 산소, 물과 반응하여 전자를 잃고 붉은 녹($Fe_2O_3 \cdot 3H_2O$)을 생성하는 현상

① **철의 부식 조건** : 산소(공기), 물



철의 산화

- $Fe \longrightarrow Fe^{2+}+2e^-$
- $Fe^{2+} \longrightarrow Fe^{3+}+e^-$

산소의 환원

$O_2+2H_2O+4e^- \longrightarrow 4OH^-$

붉은색 녹 생성

$2Fe^{3+}+6OH^- \longrightarrow Fe_2O_3 \cdot 3H_2O$(녹)

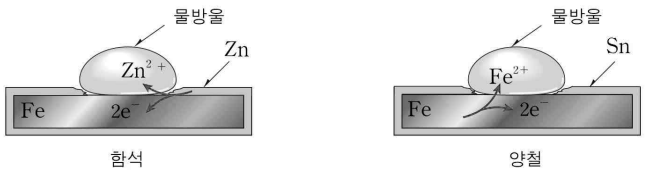
② **철의 부식과 전해질** : 물에 전해질이 녹아 있으면 철의 부식이 더 빨리 일어난다.

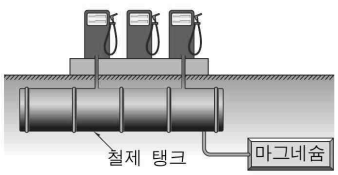
→ 이온이 이동하면서 전자의 이동을 촉진시키기 때문에

"신의 한 수" **철의 부식과 부식방지**

반응의 모든 것을 보여주마!

1. 기름칠, 페인트칠
2. 합금과 도금
3. 부동태
4. 음극화 보호



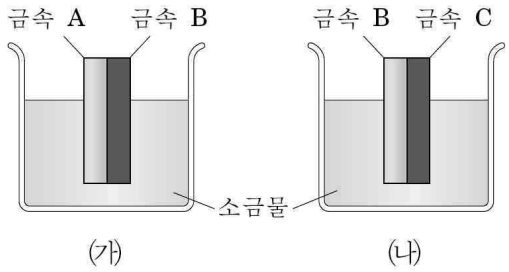


접촉차단법, 희생금속법, 금속 성질의 변화

"신의 한 수" 금속의 반응성과 부식 방지

NOTE

그림 (가), (나)와 같이 금속 A와 B, 금속 B와 C를 부착하여 각각 소금물에 넣어 두었더니, (가)에서는 소금물 속에 A^{2+}이 (나)에서는 B^{2+}이 생성되었다.



금속 A~C에 대한 설명으로 옳은 것만을 <보기>에서 있는 대로 고른 것은?
(단, A~C는 임의의 원소 기호이다.)

보기

ㄱ. A는 B보다 산화되기 쉽다.
ㄴ. 반응성이 가장 작은 것은 B이다.
ㄷ. 금속 A와 C를 부착하여 소금물에 넣어 두면 C^{2+}이온이 생성된다.

① ㄱ ② ㄷ ③ ㄱ, ㄴ
④ ㄴ, ㄷ ⑤ ㄱ, ㄴ, ㄷ

양진석의 해설

[정답] ①
[정답 해설]
ㄱ. (가)의 소금물 속에 A^{2+}만 생성되었으므로 반응성 크기는 $A > B$이다. 따라서, A는 B보다 산화되기 쉽다.
ㄴ. (나)의 소금물 속에 B^{2+}만 생성되었으므로 반응성 크기는 $B > C$이다. 따라서, 금속의 반응성은 A>B>C이다.
ㄷ. 금속의 반응성이 $A > C$이므로 A와 C를 부착하여 소금물에 넣어 두면 A^{2+}이 생성된다.

29강 알칼리 금속 & 할로젠 원소

01. 알칼리 금속

NOTE

"신의 한 수" 알칼리 금속 정리

알칼리 금속

1. 1족원소 (H제외)

2. 특징

3. 반응성의 크기 비교

4. 녹는점의 크기 비교

5. 물과의 반응

02. 할로젠의 반응

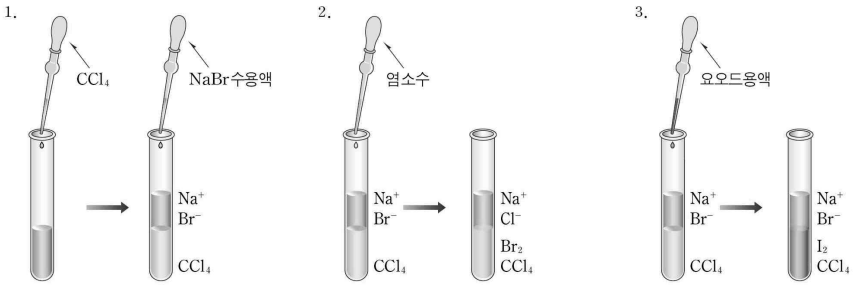
NOTE

1. 할로젠

Tip! **할로젠의 반응성은 전자를 가지고 오는 것이다.**

할로젠화 이온이 존재하는 수용액 속에 반응성이 상대적으로 큰 할로젠 분자를 넣고 반응시키면 반응성이 큰 할로젠 원소는 전자를 얻어 환원되고 수용액 속의 할로젠화 이온은 전자를 잃고 산화된다.

"신의 한 수" **할로젠 원소, 할로젠의 반응**



할로젠 분자의 색깔 암기

플루오린 : **염소 :** **브로민 :** **아이오딘 :**

질문1

반응2에서 산화되는 물질은?

질문2

반응3에서 산화수 변화는?

"신의 한 수 " 할로젠 원소 - 실전문제

표는 할로젠 X_2와 Z_2에 할로젠화 칼륨 KX과 KY 수용액을 각각 넣었을 때의 반응 결과를 나타낸 것이다.

구분	KX(aq)	KY(aq)
X_2	-	○
Z_2	(가)	×

(- : 실험 안 함, ○ : 반응함, × : 반응 안 함)

이에 대한 설명으로 옳은 것만을 <보기>에서 있는 대로 고른 것은?

(단, X~Z는 Cl, Br, I 중 하나이다.)

보기

ㄱ. 반응성은 X_2가 Y_2보다 크다.

ㄴ. 전기음성도는 X > Y > Z이다.

ㄷ. (가)에서 산화 환원 반응이 일어난다.

① ㄱ ② ㄷ ③ ㄱ, ㄴ

④ ㄴ, ㄷ ⑤ ㄱ, ㄴ, ㄷ

NOTE

양진석의 해설

[정답] ③

[정답 해설]

ㄱ. X_2와 KY 수용액이 반응하는 것으로 보아 X_2는 전자를 얻고 환원되며, Y^-은 전자를 잃고 산화된다. 반응성이 큰 할로젠은 전자를 얻고 쉽게 환원된다. 따라서 할로젠의 반응성은 X_2가 Y_2보다 크다.ㄴ. 반응성 순서로 볼 때 X는 Cl, Y는 Br, Z는 I이며, 전기음성도는 X > Y > Z이다.

30,31강 산과 염기의 반응

NOTE

01. 산과 염기

1. 산의 성질

Tip!

강산과 약산은 이온화도를 중심으로 개념을 잡아야 한다는 것!

1) 산 : 수용액에서 수소 이온(H^+)을 내놓는 물질

예) 염산(HCl), 질산(HNO_3), 황산(H_2SO_4), 아세트산(CH_3COOH)

2) 산의 공통적인 성질 (산성)

① 신맛이 난다.

② 수용액에서 전류가 흐른다.

③ 지시약의 색깔 변화가 같다.

	산성	중성	염기성
페놀프탈레인 용액			
메틸오렌지 용액			
BTB 용액			

④ 수소 보다 반응성이 큰 금속과 반응하여 수소 기체를 발생시킨다.

예) $Mg + 2HCl \rightarrow MgCl_2 + H_2$

⑤ 탄산염과 반응하면 이산화탄소 기체가 발생한다.

예) $2HCl + CaCO_3 \rightarrow CaCl_2 + H_2O + CO_2$

(3) 산의 이온화

산은 물에 녹아 양이온인 수소 이온(H^+)과 음이온으로 이온화된다.

$HCl \rightarrow$

$HNO_3 \rightarrow$

$H_2SO_4 \rightarrow$

$CH_3COOH \rightarrow$

2. 염기의 성질

1) 염기 : 물에 녹아 수산화 이온(OH^-)을 내놓는 물질

예) 수산화나트륨($NaOH$), 수산화칼륨(KOH), 수산화칼슘($Ca(OH)_2$)

NOTE

2) 염기의 공통적인 성질(염기성)

① 쓴맛이 난다.
② 수용액에서 전류가 흐른다.
③ 단백질을 녹이는 성질이 있으므로 손이나 피부에 묻으면 미끈거린다.
④ 지시약의 색깔 변화가 같다.

(3) 염기의 이온화

염기는 물에 녹아 양이온과 음이온인 수산화 이온(OH^-)으로 이온화된다.

$NaOH \rightarrow$
$KOH \rightarrow$
$Ca(OH)_2 \rightarrow$
$NH_4OH \rightarrow$

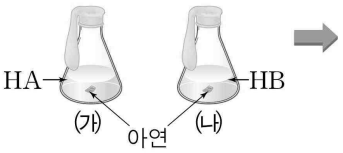
NOTE

3. 산의 세기와 염기의 세기

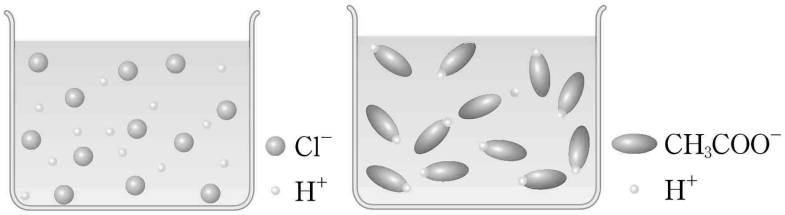
이온화하여 수소 이온(H^+)을 내놓는 정도에 따라 강산과 약산으로 구분된다.
이온화하여 수산화 이온(OH^-)을 내놓는 정도에 따라 강염기와 약염기로 구분된다.

"신의 한 수" 강산과 약산의 구별

이온화와 전류와의 관계



질문 1
HA가 강산이라면 풍선의 모양은?



질문 1
강산과 약산을 구별하시오

질문 2
이온화도가 큰 것을 고르시오

"신의 한 수" 강산과 약산 구별

그림 (가)~(다)는 25℃에서 2가지 산 HA, HB 수용액 10 mL와 염기 COH 수용액 20 mL의 모형을 나타낸 것이다.



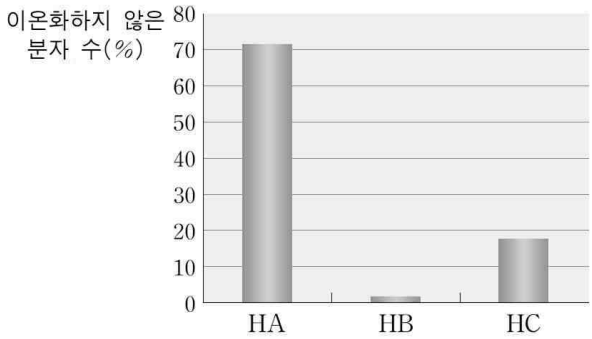
질문 1
금속 Mg을 넣었을 때 수소기체가 나오는 곳은?

질문 2
(가)를 완전 중화시키기 위해 필요한 (다)의 양은?
(나)를 완전 중화시키기 위해 필요한 (다)의 양은?

"신의 한 수" 강산과 약산 구별 - 실전문제

NOTE

그림은 25℃에서 산 HA, HB, HC 0.1몰씩을 각각 물에 녹여 1 L의 용액을 만들었을 때, 이온화하지 않고 용액 속에 존재하는 분자의 수를 용해시킨 용질의 총 분자 수에 대한 백분율로 나타낸 것이다.



이에 대한 설명으로 옳은 것만을 <보기>에서 있는 대로 고른 것은? (단, A~C는 임의의 원소 기호이다.)

보기

ㄱ. 물에 대한 용해도는 HB가 HA보다 크다.
ㄴ. 수용액의 pH는 HC가 HB보다 크다.
ㄷ. HB 수용액이 HA 수용액보다 석회석 조각과 더 격렬하게 반응한다.

① ㄱ ② ㄷ ③ ㄱ, ㄴ
④ ㄴ, ㄷ ⑤ ㄱ, ㄴ, ㄷ

양진석의 해설

[정답] ④
[정답 해설]
ㄴ. 수용액 속에 들어 있는 H^+의 농도가 클수록 강한 산이며 pH가 작을수록 강한 산이므로, 수용액의 pH는 HB<HC<HA이다.
ㄷ. 석회석의 주성분은 탄산 칼슘이고 산의 H^+과 반응하여 이산화 탄소 기체를 발생한다. 따라서 H^+ 수가 많은 산일수록 반응성이 크므로 반응성은 HA<HB이다.

$$CaCO_3(s) + 2H^+ \rightarrow Ca^{2+} + CO_2 + H_2O$$

02. 산과 염기의 정의

NOTE

1. 아레니우스 정의

Tip!

묽은 기준이다. 물에 녹아서 수소 이온(H^+)을 내놓는 물질을 산이라 한다.

1) 산 : 수용액에서

① **산** : 수용액 속에서 수소 이온(H^+)을 내놓는 물질

② **염기** : 수용액 속에서 수산화 이온(OH^-)을 내놓는 물질

③ **아레니우스 정의의 한계**

- 수용액 속에서만 적용된다는 한계가 있다.
- 수용액에서 수소 이온(H^+)이나 수산화 이온(OH^-)을 내놓지 않는 물질에는 적용할 수 없다. 예로 암모니아(NH_3)는 염기지만 OH^-을 내놓지 않으므로 아레니우스의 정의로는 설명할 수 없다.

2) 브뢴스테드 - 로우리의 산·염기 정의

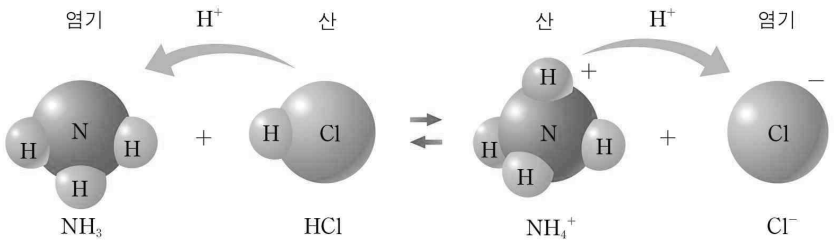
Tip!

기준은 수소 이온(H^+)을 내놓는 물질을 산이라 한다.

① **산** : 수소 이온(H^+)을 내놓는 분자 또는 이온 → 양성자(H^+) 주개

② **염기** : 수소 이온(H^+)을 받아들이는 분자 또는 이온 → 양성자(H^+) 받개

③ **브뢴스테드-로우리 정의의 한계** : 산이 반드시 이온화 할 수 있는 수소를 포함해야 함



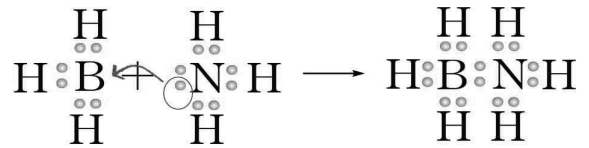
(3) 루이스의 산 · 염기 정의 루이스 정의에 의한 산 - 염기 구분

Tip!

기준은 비공유 전자쌍이다.

① **산** : 다른 물질의 전자쌍을 받아들이는 물질 → 전자쌍 받개

② **염기** : 다른 물질에게 전자쌍을 내놓는 물질 → 전자쌍 주개





"신의 한 수" 산과 염기의 확장된 정의

다음은 산과 염기가 생성되는 3가지 반응의 화학 반응식이다.

(가) $H_2(g) + Cl_2(g) \rightarrow 2HCl(g)$
(나) $N_2(g) + 3H_2(g) \rightarrow 2NH_3(g)$
(다) $2Na(s) + 2H_2O(l) \rightarrow 2NaOH(aq) + H_2(g)$

이에 대한 설명으로 옳은 것만을 <보기>에서 있는 대로 고른 것은?

질문 1
(가)에서 H_2는 산화제이다.

질문 2
(나)에서 N의 산화수는 0에서 –3으로 감소한다.

질문 3
(나)와 (다)에서 아레니우스 염기가 생성된다.

NOTE

"신의 한 수" 산과 염기의 확장된 정의

다음은 몇 가지 화학 반응에 대한 설명이다.

(가) 암모니아(NH_3)를 물에 녹였더니 NH_4^+가 생성되었다.
(나) 아세트산(CH_3COOH)을 물에 녹였더니 H_3O^+가 생성되었다.
(다) 글라이신(NH_2CH_2COOH)을 산성 용액에 넣었더니 $H_3N^+-CH_2-COOH$가 생성되었다.

질문 1
(가)에서 암모니아는 브뢴스테드-로우리 염기로 작용하였다.

질문 2
(나)에서 아세트산은 브뢴스테드-로우리 산으로 작용하였다.

질문 3
(다)에서 글라이신은 아레니우스 산으로 작용하였다.

질문 4
각각의 구조를 그리시오
NH_3 NH_4^+ CH_3COOH H_3O^+ NH_2CH_2COOH

"신의 한 수" 산과 염기의 확장된 정의 - 실전문제

NOTE

다음은 2가지 물질의 물과의 반응식을 나타낸 것이다.

(가) $HCN + H_2O \rightarrow CN^- + H_3O^+$

(나) $CH_3NH_2 + H_2O \rightarrow CH_3NH_3^+ + OH^-$

이에 대한 설명으로 옳은 것만을 <보기>에서 있는 대로 고른 것은?

보기

ㄱ. (가)에서 HCN는 브뢴스테드 - 로우리 산이다.
ㄴ. (나)에서 CH_3NH_2은 아레니우스 염기이다.
ㄷ. (나)에서 H_2O은 브뢴스테드 - 로우리 염기이다

① ㄱ ② ㄴ ③ ㄱ, ㄷ
④ ㄴ, ㄷ ⑤ ㄱ, ㄴ, ㄷ

질문 1
다음 화합물의 구조를 그리시오
HCN의
CH_3NH_2
$CH_3NH_3^+$

양진석의 해설

[정답] ①
[정답 해설]
ㄱ. (가)에서 HCN는 H_2O에게 양성자(H^+)를 주므로 HCN는 브뢴스테드-로우리 산이고 H_2O은 브뢴스테드-로우리 염기이다.

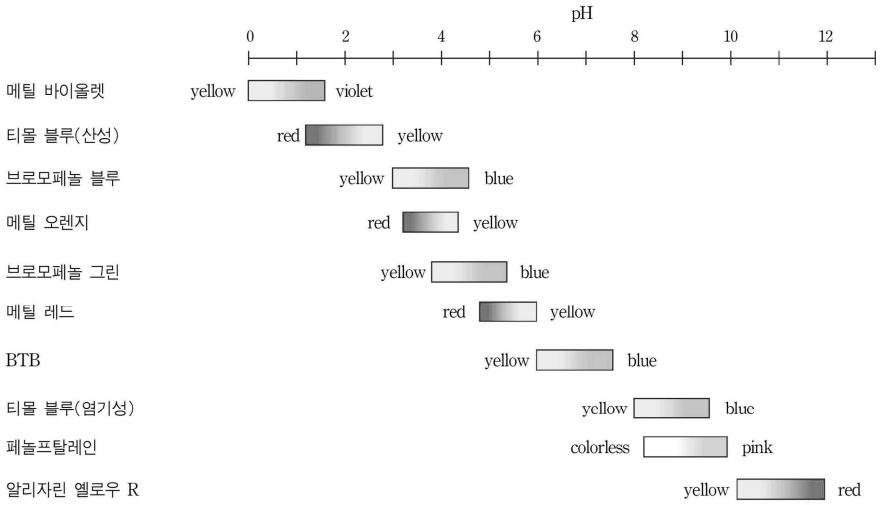
32, 33강 중화반응

01. 중화반응

NOTE

1. 지시약과 pH

1) 지시약 : 용액의 액성을 구별하는 데 쓰이는 물질로, 액성에 따라 지시약의 색깔이 변한다.



2) pH(수소 이온 농도 지수) : 수용액 속에 들어 있는 수소 이온(H^+)의 농도를 간단히 나타내는 수치

① 0~14의 값을 가지며, pH가 1만큼 작아지면 H^+의 농도가 10배 커진다.

② 용액 속의 H^+의 농도가 클수록 pH가 작아지고, pH가 작을수록 산성이 강하다.

③ pH < 7 : 산성, pH = 7 : 중성, pH > 7 : 염기성

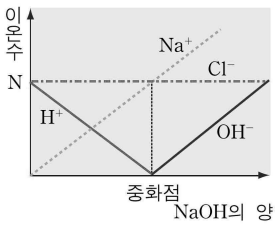
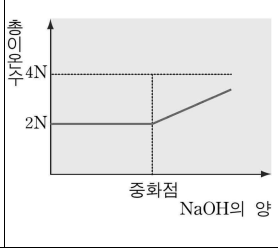
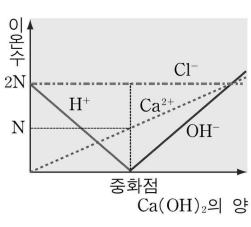
④ pH의 측정 : 만능 pH 시험지나 pH 미터로 측정한다.

2. 중화 반응 : 산과 염기가 반응하여 물과 염이 생성되는 반응

산 + 염기 ⟶ 물 + 염 + 열

$HCl + NaOH \rightarrow H_2O + NaCl$

1) 중화 반응의 이온 수 변화

$HCl + NaOH \rightarrow H_2O + NaCl$		$2HCl + Ca(OH)_2 \rightarrow 2H_2O + CaCl_2$
이온 개수 변화	전체 이온수 변화	
		

NOTE

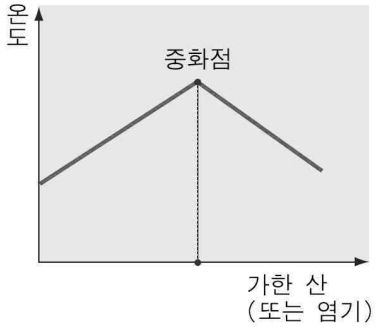
2) 중화 반응에서 온도 변화

① **일정량의 염기에 산을 가하면서 중화시키는 경우** : 산을 가할수록 온도가 점점 높아지다가, 완전 중화 되어 중성이 되는 부분에서 온도가 가장 높아진다.

② **서로 다른 부피의 산과 염기를 혼합하여 중화시키는 경우** : 반응하는 H^+과 OH^-이 가장 많을 때와 부피의 합이 가장 작을 때 온도가 가장 높다.

온도가 올라가는 이유를 증명해 보자!!

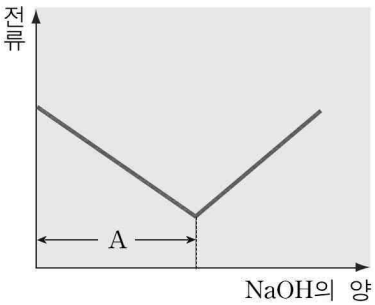
$HCl + NaOH \rightarrow H_2O + NaCl$



(3) 중화 반응에서 전기전도성

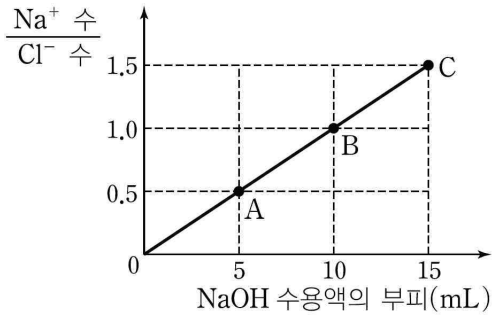
전류가 떨어지는 이유를 증명해 보자!!

$HCl + NaOH \rightarrow H_2O + NaCl$



"신의 한 수" 중화반응 Case -1

그림은 묽은 염산(HCl) 20 mL에 수산화 나트륨(NaOH) 수용액을 가할 때, 혼합 용액의 $\frac{Na^+수}{Cl^-수}$를 NaOH 수용액의 부피에 따라 나타낸 것이다.[4)]



Tip 무조건 전체 반응식을 써야한다.

질문 1

전체 이온 수는 A=B이다.

질문 2

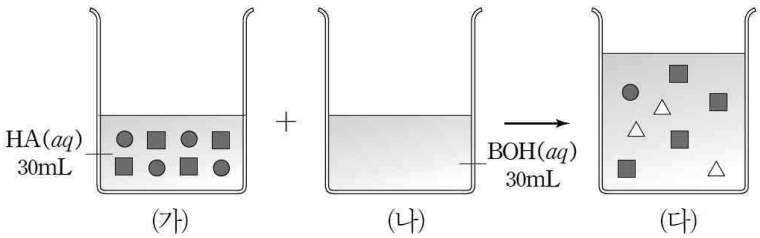
혼합 용액의 온도는 B>C이다.

질문 3

전기 전도도는 A>B이다.

"신의 한 수" 중화반응 Case 2

그림은 30ml의 강산 $HA(aq)$와 같은 부피의 강염기 $BOH(aq)$을 혼합하였을 때의 반응을 모형으로 나타낸 것이다.



질문 1

●는 수소 이온(H^+)이다.

질문 2

같은 전압을 걸었을 때 전류의 세기는 (가)가 (다)보다 크다.

질문 3

혼합 용액 (다)에 용액 (나) 10ml를 더 가해도 $\frac{A^-수}{전체이온수}$는 일정하다.

질문 4

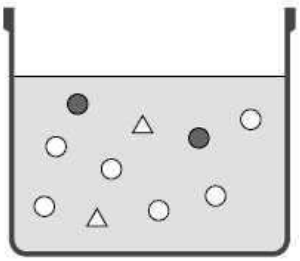
(다)의 부피는 30mL보다 약간 크다.

NOTE

"신의 한 수" 중화반응 Case 3

NOTE

그림은 HCl 수용액 10mL와 $Ca(OH)_2$ 수용액 10mL의 혼합 용액을 이온 모형으로 나타낸 것이다. 혼합 용액의 액성은 산성이다.



문제의 조건 : ○, △, ●은 임의의 이온을 나타내고, HCl와 $Ca(OH)_2$은 물에 녹아 100% 이온화한다.

질문 1

●과 △은 양전하를 띤 이온이다.

질문 2

혼합 용액에 $Ca(OH)_2$ 수용액 5mL를 더 넣으면 중성 용액이 된다.

질문 3

혼합 전 같은 부피의 HCl 수용액과 $Ca(OH)_2$ 수용액에 들어있는 총 이온수의 비는 HCl : $Ca(OH)_2$ = 2 : 1이다

"신의 한 수" 중화반응 Case 4 – 비법 공개

남은 이온수 = 비한계 반응물

NOTE

생성물의 양	한계 반응물
남은 물질의 양	비한계 반응물

반응 전 반응	HCl +	$NaOH$ →	H_2O +	$NaCl$				
	5mol	10mol						
반응 후								
이온 수 확인	H^+	Cl^-	Na^+	OH^-			Na^+	Cl^-

표는 HA 수용액과 BOH 수용액을 서로 다른 부피로 혼합한 수용액 (가)~(다)에서 전체 음이온 수와 생성된 물 분자 수를 나타낸 것이다.

혼합용액	혼합한 용액의 부피(mL)		전체 음이온 수	생성된 물 분자 수
	HA(aq)	BOH(aq)		
(가)	5	15	㉠	N
(나)	10	10	2N	N
(다)	15	5	3N	㉡

표 보는 꿀 tip

"신의 한 수 " 중화반응 Case 4

NOTE

표는 HA 수용액과 BOH 수용액을 서로 다른 부피로 혼합한 수용액 (가)~(다)에서 전체 음이온 수와 생성된 물 분자 수를 나타낸 것이다.

혼합용액	혼합한 용액의 부피(mL)		전체 음이온 수	생성된 물 분자 수
	HA(aq)	BOH(aq)		
(가)	5	15	㉠	N
(나)	10	10	2N	N
(다)	15	5	3N	㉡

질문 1
㉠+㉡=2N이다.

질문 2
전체 양이온 수는 (다)가 (가)의 2배이다.

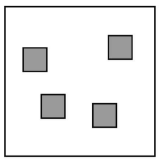
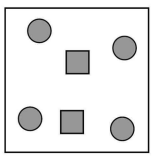
질문 3
혼합 전 단위 부피당 용액의 총 이온 수 비는 HA(aq) : BOH(aq)=2 : 1이다.

질문 3
온도가 가장 높을 것으로 예상되는 용액은?

"신의 한 수" 중화반응 Case 5

NOTE

표는 HCl(aq)과 NaOH(aq)의 부피를 달리하여 혼합한 용액 (가), (나)에 대한 자료이다.[5)]

용액		(가)	(나)
혼합 전 각 용액의 부피(mL)	HCl(aq)	10	20
	NaOH(aq)	20	10
혼합 후 용액에 존재하는 양이온의 모형			

질문 1

혼합 용액 (가)에서 음이온 수의 비는 Cl^- : OH^- = 3 : 1이다.

질문 2

혼합 후 생성된 물 분자 수는 (가)가 (나)의 2배이다.

질문 3

혼합 용액 (가)와 (나)를 섞은 용액에 Mg을 넣으면 수소 기체가 발생한다.

NOTE

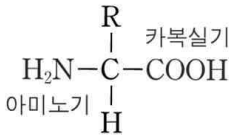
34강 생활 속의 산과 염기

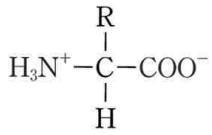
01. 아미노산

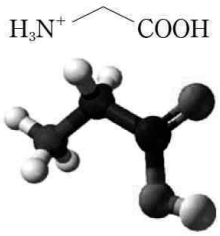
필수 아미노산
인체에서 단백질을 만들기 위해서는 20개의 아미노산이 필요한데, 이중 12개의 아미노산은 인체 내에서 합성이 가능하다. 나머지 8개의 아미노산은 음식물을 통해 섭취해야 하는데 이를 필수 아미노산이라 한다.

① 중심 탄소에 염기성인 $-NH_2$(아미노기)와 산성인 $-COOH$(카복시기)를 동시에 갖는 양쪽성 화합물로, 단백질의 기본 단위이다.

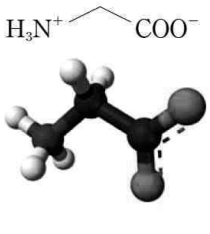
② 수용액 상태에서 $-COOH$는 수소 이온을 내놓아 산성을 나타내고, $-NH_2$는 수소 이온을 받아서 염기성을 나타낸다.



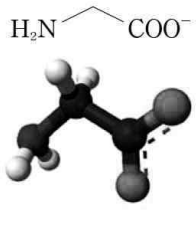




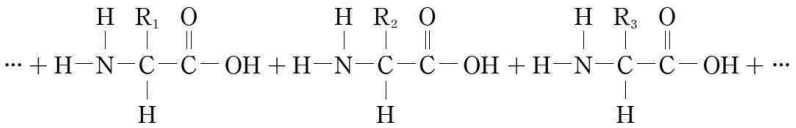
(산성 용액)

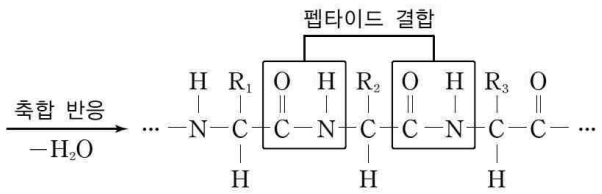


(중성 용액)



(염기성 용액)

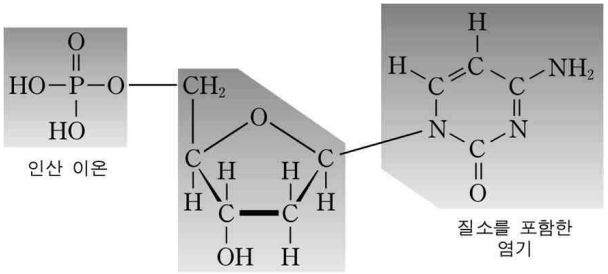




02. DNA

① 뉴클레오타이드가 단위체로 중합되어 형성된 이중 나선 구조의 고분자 물질이다.

② 뉴클레오타이드 : 인산 : 당 : 염기 = 1 : 1 : 1로 이루어져 있다.(인당염)



③ 인산의 구조와 역할

㉠ 인은 $3d$오비탈을 사용하여 확장된 옥텟 규칙을 따른다.(옥텟규칙을 만족하지 않는다.)

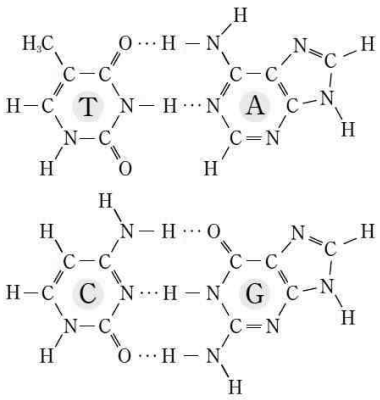
㉡ 인산에 있는 2개의 -OH는 당-인산 이온 뼈대를 구성한다.

㉢ 인산에 있는 나머지 -OH에서 수소가 이온화하여 핵산의 표면이 (-)전하를 띠므로 물에 녹아서 세포 내에서 기능할 수 있다.

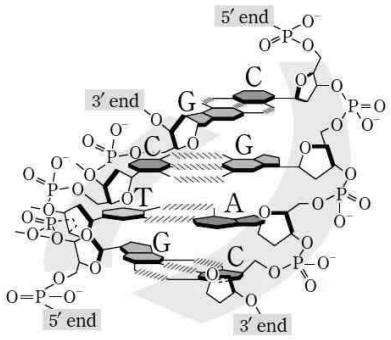
④ 염기의 결합

㉠ DNA의 이중 나선 구조의 안쪽에 위치하며, 각 염기 사이에는 수소 결합이 형성된다.

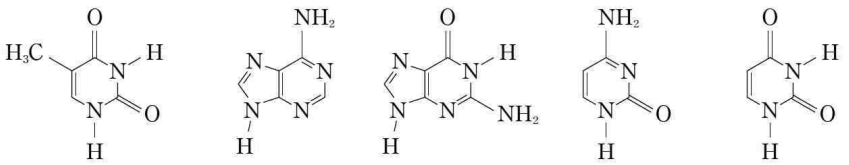
㉡ 염기의 상보적 결합 : DNA의 염기는 항상 A-T, G-C의 쌍으로 결합한다.



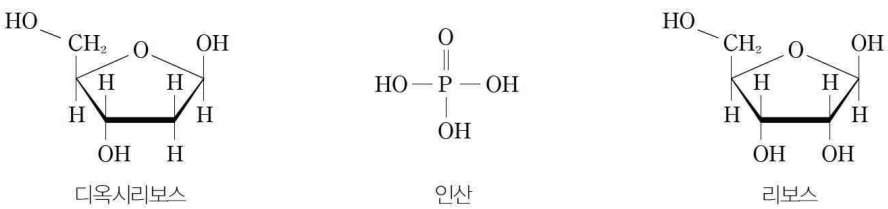
DNA 염기 사이의 수소 결합



DNA의 구조



티민(T) 아데닌(A) 구아닌(G) 사이토신(C) 유라실(U)



디옥시리보스 인산 리보스

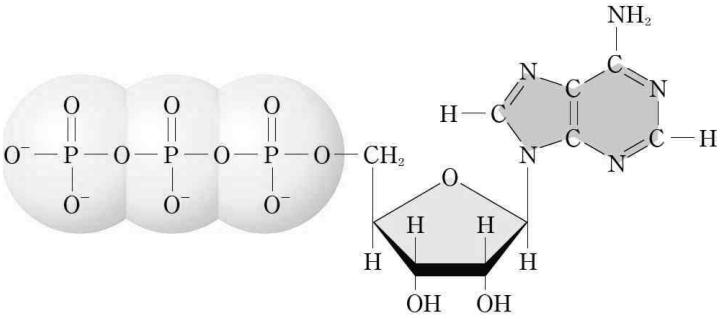
NOTE

DNA와 RNA

RNA는DNA와 달리 단일 가닥으로 이루어져 있으며, DNA의 티민 대신에 구조적으로 비슷한 유라실(U)이 염기로 들어가므로 RNA를 구성하는 염기는 A, U, G, C이다.

NOTE

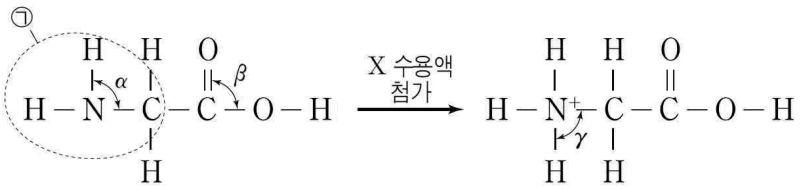
참고 자료 : ATP의 구조



광합성 과정이나 세포에서 포도당이나 지방산의 대사 과정에서는 고에너지 물질인 아데노신삼인산(ATP)이 만들어진다. 그림과 같이 ATP에는 (−)전하를 갖는 인산염 3개가 한 분자 내에 결합되어 있어 에너지가 높은 상태이다. 이처럼 전기적 반발력을 극복하고 인산 이온 3개를 결합시키려면 에너지가 필요한데 광합성에서는 빛 에너지를, 호흡 과정에서는 산화 반응을 통한 에너지를 사용하여 인산 결합을 만든다. ATP는 다시 아데노신이인산(ADP)과 인산수소 이온(HPO_4^{2-})으로 분해되면서 저장된 에너지를 방출하게 된다.

"신의 한 수" 강산과 약산 구별

다음은 아미노산인 알라닌에 X 수용액을 첨가하기 전과 후의 구조식을 나타낸 것이다. 6)



(가) (나)

질문 1
X 수용액은 염기성이다.

질문 2
결합각은 $\alpha < \gamma < \beta$이다.

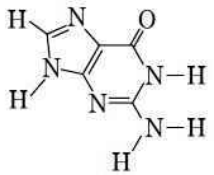
질문 3
위 반응에서 (가)는 브뢴스테드-로우리 산으로 작용한다.

질문 4
㉠의 원자 4개는 동일 평면에 있다.

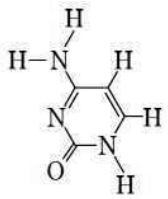
질문 5
(나)에는 비공유 전자쌍이 2개 있다.

"신의 한 수" 강산과 약산 구별

그림 (가)와 (나)는 DNA 를 구성하는 염기인 구아닌과 사이토신의 구조식을 나타낸 것이다.



(가)



(나)

질문 1

(가)는 DNA에서 당과 결합한다.

질문 2

(나)에는 5개의 비공유 전자쌍이 있다.

질문 3

(가)와 (나)는 DNA의 이중 나선 구조에서 짝을 지어 수소 결합을 한다.

NOTE

1. **다음은 산화 환원 반응의 화학 반응식이다.**

(가) $Cl_2 + H_2O \rightarrow HCl + HClO$

(나) $aAl + bAg_2S \rightarrow Al_2S_3 + cAg$ (a~c는 반응 계수)

이에 대한 설명으로 옳은 것만을 <보기>에서 있는 대로 고른 것은?

보기

ㄱ. (가)에서 H_2O은 산화된다.

ㄴ. (나)에서 $a+b=c$이다.

ㄷ. (나)에서 Al은 환원제이다.

① ㄱ ② ㄷ ③ ㄱ, ㄴ ④ ㄴ, ㄷ ⑤ ㄱ, ㄴ, ㄷ

양진석의 해설

[2015학년도 7월 고3 전국연합학력평가 문제지]

답 ②

[출제의도] 산화 환원 반응식 이해하기

(가)에서 H_2O의 H원자와 O원자의 산화수는 반응 후에도 변하지 않기 때문에 H_2O은 산화되거나 환원되지 않는다.

(나)의 완성된 화학 반응식은 $2Al+3Ag_2S \rightarrow Al_2S_3+6Ag$ 이므로 $a+b<c$이다.

Al은 산화되어 Ag_2S을 환원시키므로 환원제이다.

2. **다음은 산성비와 관련된 반응의 화학 반응식이다.**

(가) $2NO + O_2 \rightarrow 2NO_2$

(나) $2NO_2 + H_2O \rightarrow HNO_3 + HNO_2$

(다) $HNO_3 + H_2O \rightarrow H_3O^+ + NO_3^-$

(가)~(다) 중 산화 환원 반응만을 있는 대로 고른 것은?

① (가) ② (다) ③ (가), (나)

④ (나), (다) ⑤ (가), (나), (다)

양진석의 해설

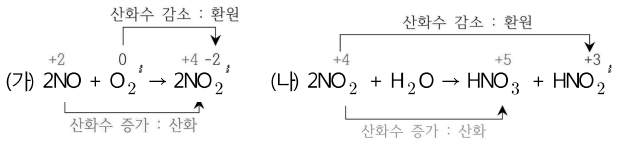
[2016학년도 대학수학능력시험 9월 모의평가]

답: ③

산화 환원 반응

원자의 산화수가 증가하거나 감소하는 반응은 산화 환원 반응이다. 또한 대부분의 화합물에서 H의 산화수는 +1이고, O의 산화수는 –2이다.

[정답맞히기] ③ (가)와 (나)의 산화수 변화를 나타내면 다음과 같다.



따라서 (가)와 (나)는 산화 환원 반응이다.

[오답피하기] (다)는 원자의 산화수 변화가 없으므로 산화 환원 반응이 아니다.

3. **다음은 다이크로뮴산 나트륨($Na_2Cr_2O_7$)과 탄소(C)가 반응하는 산화 환원 반응의 화학 반응식이다.**

$$Na_2Cr_2O_7 + \underset{㉠}{2C} \rightarrow Cr_2O_3 + Na_2\underset{㉡}{CO_3} + \underset{㉢}{CO}$$

이에 대한 설명으로 옳은 것만을 <보기>에서 있는 대로 고른 것은?

보기

ㄱ. ㉠은 산화제이다.
ㄴ. Cr의 산화수는 +6에서 +3으로 감소한다.
ㄷ. ㉡과 ㉢의 산화수는 같다.

① ㄱ ② ㄴ ③ ㄷ ④ ㄱ, ㄴ ⑤ ㄴ, ㄷ

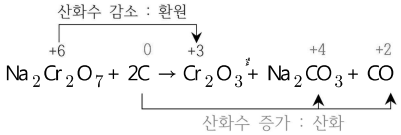
양진석의 해설

[2016학년도 대학수학능력시험 9월 모의평가]

답: ②

출제의도] 산화 환원 반응

화합물에서 Na의 산화수는 +1, O는 –2이며, 주어진 반응의 산화수 변화는 다음과 같다.

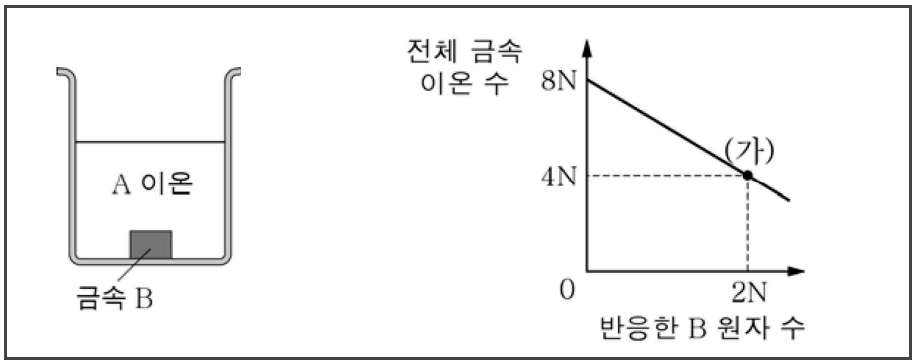


[정답맞히기] ㄴ. Cr의 산화수는 +6에서 +3으로 감소한다.

[오답피하기] ㄱ. ㉠는 자신은 산화되면서 Cr을 환원시켰으므로 환원제이다.

ㄷ. Na_2CO_3에서 Na의 산화수는 +1, O의 산화수는 –2이고 화합물을 구성하는 원자의 산화수의 합은 0이므로 (+1×2)+(C의 산화수)+(-2×3)=0이므로 ㉡ C의 산화수는 +4이다. ㉢ C의 산화수는 +2이므로 ㉡과 ㉢의 산화수는 같지 않다.

4. **그림은 금속 A 이온이 녹아 있는 수용액에 금속 B를 넣어 반응시켰을 때, 반응한 B 원자 수에 따른 수용액의 전체 금속 이온 수를 나타낸 것이다.**



이에 대한 옳은 설명만을 <보기>에서 있는 대로 고른 것은?
(단, 음이온은 반응에 참여하지 않으며, A, B는 임의의 원소 기호이다.)

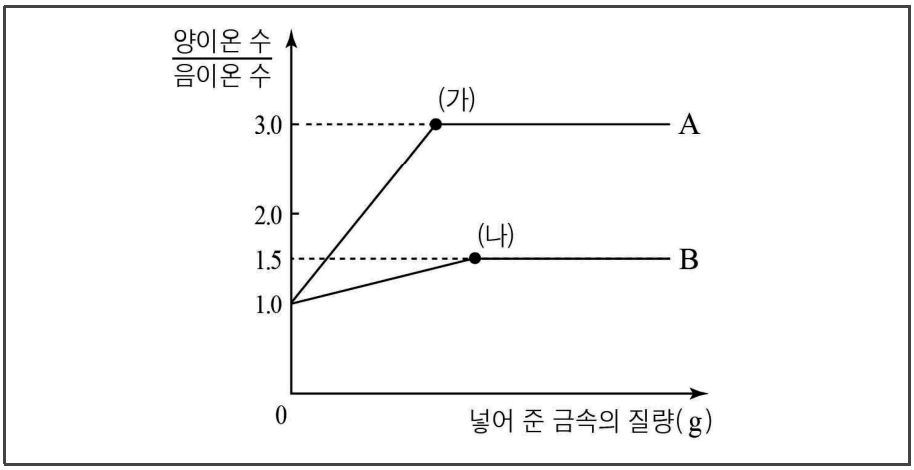
<보기>
ㄱ. A가 B보다 산화되기 쉽다.
ㄴ. (가)에서 A 이온 수와 B 이온 수는 같다.
ㄷ. B 이온의 산화수는 A 이온의 산화수의 2배이다.

① ㄴ ② ㄷ ③ ㄱ, ㄴ ④ ㄱ, ㄷ ⑤ ㄴ, ㄷ

양진석의 해설

[2015학년도 3월 고3 전국연합학력평가 문제지]
답: ①
[출제의도] 금속 이온과 금속의 반응을 이해한다.
ㄴ. (가)에서 반응한 B원자 수가 2N이고, 수용액의 전체 금속 이온 수가 4N이므로, 수용액에서 A 이온수와 B 이온 수는 2N으로 같다.
[오답풀이]
ㄷ. 반응한 B원자 수가 2N일 때 감소한 A이온 수는 6N이므로, B 이온의 산화수는 A이온의 산화수의 3배이다.

5. **그림은 일정량의 금속 C이온 수용액이 들어 있는 두 용기에 금속 A, B 분말을 각각 넣었을 때, 넣어 준 금속의 질량에 따른 용액의 $\frac{\text{양이온수}}{\text{음이온수}}$ 를 나타낸 것이다.**



이에 대한 설명으로 옳은 것만을 <보기>에서 있는 대로 고른 것은? (단, A~C는 임의의 원소 기호이다.)

보기

ㄱ. 원자량은 B가 A보다 크다.
ㄴ. 용액의 밀도는 (가)가 (나)보다 크다.
ㄷ. 금속 이온의 산화수는 A가 C보다 크다.

① ㄱ ② ㄷ ③ ㄱ, ㄴ ④ ㄴ, ㄷ ⑤ ㄱ, ㄴ, ㄷ

양진석의 해설

[[2015학년도 7월 고3 전국연합학력평가 문제지]

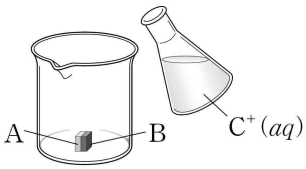
답: ①

[출제의도] 금속의 반응성 분석하기

A~C 금속의 이온 전하 크기가 각각 a~c라면, C^{c+} +3A → C+3A^{a+}, C^{c+} +$\frac{3}{2}$B → C+$\frac{3}{2}$$B^{b+}$ 가 성립해야 하므로 $a : b : c$=1 : 2 : 3이 된다. 금속 A와 B 의 원자량을 각각 M_A, M_B라고 하면 $\frac{3}{2}M_B$>3M_A이므로 M_B >2M_A가 되어 M_B >M_A이다. 반응이 완결될 때까지 넣어 준 금속의 질량이 (나)>(가)이므로, 용액의 밀도는 (나)>(가)이다. 금속 이온의 산화수는 이온의 전하와 같으므로 산화수는 C>B>A이다.

6. 다음은 금속 A~C의 산화 환원 반응 실험이다.

[실험 과정]



(가) 두 금속 A와 B가 들어 있는 비커에 C+(aq) $V\mathrm{mL}$를 넣어 반응시킨다.

(나) 과정 (가)의 비커에 C+(aq) $V\mathrm{mL}$를 더 넣어 반응시킨다.

(다) 과정 (나)의 비커에 C+(aq) $V\mathrm{mL}$를 더 넣어 반응시킨다.

[실험 결과]

○ A가 모두 산화된 후 B가 산화되었다.

○ (가)~(다)에서 반응 후 용액 속의 양이온 종류와 수

	(가)	(나)	(다)
양이온 종류	A^{2+}, B^{3+}	A^{2+}, B^{3+}	A^{2+}, B^{3+}, C^+
양이온 수 (상댓값)	6	11	24

반응 전 A에 대한 B의 몰수 비($\frac{\text{B의 몰수}}{\text{A의 몰수}}$)는? (단, 음이온은 반응하지 않는다.)

① 1 ② 1.5 ③ 2 ④ 2.5 ⑤ 3

양진석의 해설

[2015학년도 6월 고3 전국연합학력평가 문제지]

답: ⑤ 금속과 금속 이온의 반응과 양적 관계

대단히 어렵지만 중요한 문제입니다. 저의 풀이 과정을 보면서 공부해 보세요

7. **다음은 산 염기 반응의 화학 반응식이다.**

(가) $HF(g) + H_2O(l) \rightarrow F^-(aq) + H_3O^+(aq)$
(나) $CO_3^{2-}(aq) + H_2O(l) \rightarrow HCO_3^-(aq) + OH^-(aq)$
(다) $CH_3NH_2(g) + HCl(aq) \rightarrow CH_3NH_3^+(aq) + Cl^-(aq)$

이에 대한 설명으로 옳은 것만을 <보기>에서 있는 대로 고른 것은?

보기
ㄱ. (가)에서 HF는 아레니우스 산이다.
ㄴ. (나)에서 H_2O은 브뢴스테드-로우리 염기이다.
ㄷ. (다)에서 CH_3NH_2은 루이스 염기이다.

① ㄱ ② ㄴ ③ ㄱ, ㄷ ④ ㄴ, ㄷ ⑤ ㄱ, ㄴ, ㄷ

양진석의 해설

[2015학년도 7월 고3 전국연합학력평가 문제지]
[답: ③
[출제의도] 산 염기 정의 적용하기
(가)의 HF는 수용액에서 H^+을 내놓으므로 아레니우스 산이다. (나)의 H_2O은 CO_3^{2-} 에게 H^+(양성자)을 제공하므로 브뢴스테드-로우리 산이다.
(다)의 CH_3NH_2의 N가 비공유 전자쌍을 HCl에 제공하므로 루이스 염기이다.

8. **다음은 3 가지 산 염기 반응의 화학 반응식이다.**

(가) $CH_3COOH(aq) + H_2O(l) \rightarrow H_3O^+(aq) + CH_3COO^-(aq)$

(나) $BF_3(g) + F^-(aq) \rightarrow BF_4^-(aq)$

(다) $HF(aq) + HCO_3^-(aq) \rightarrow H_2CO_3(aq) + F^-(aq)$

이에 대한 설명으로 옳은 것만을 <보기>에서 있는 대로 고른 것은?

보기

ㄱ. (가)에서 CH_3COOH은 아레니우스 산이다.

ㄴ. (나)에서 BF_3는 루이스 산이다.

ㄷ. (다)에서 HCO_3^- 은 브뢴스테드-로우리 염기이다.

① ㄱ ② ㄴ ③ ㄱ, ㄷ ④ ㄴ, ㄷ ⑤ ㄱ, ㄴ, ㄷ

양진석의 해설

[2016학년도 대학수학능력시험 9월 모의평가]

답: ⑤

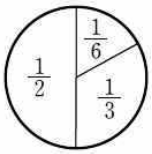
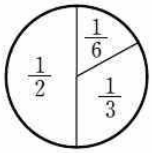
산과 염기의 정의

[정답맞히기] ㄱ. (가)에서 CH_3COOH은 물에 녹아 수소 이온(H^+)을 내놓았으므로 아레니우스 산이다.

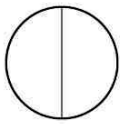
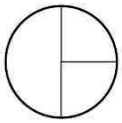
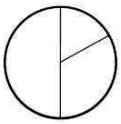
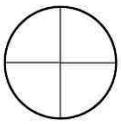
ㄴ. (나)에서 BF_3는 F^-의 비공유 전자쌍을 받아 결합하였으므로 루이스 산이다.

ㄷ. (다)에서 HCO_3^-은 HF의 양성자(H^+)를 받아 H_2CO_3이 되었으므로 브뢴스테드-로우리 염기이다.

9. **표는 묽은 염산(HCl) x mL에 수산화 나트륨(NaOH) 수용액을 부피를 달리하여 혼합한 용액 (가)~(다)에 존재하는 이온 수의 비율을 이온의 종류에 관계없이 나타낸 것이다. 용액 (가)와 (나)의 액성은 염기성이다.**

	용액 (가)	용액 (나)	용액 (다)
HCl의 부피(mL)	x	x	x
NaOH의 부피(mL)	30	60	10
이온 수의 비율			㉠

㉠에 해당하는 것으로 가장 적절한 것은?

① 
② 
③ 
④ 
⑤ 

양진석의 해설

[정답] ②
[정답 해설]
묽은 염산(*HCl*) *xmL*에 수산화나트륨(*NaOH*) 수용액의 부피를 달리하여 넣었을 때 용액 (가)와 (나)의 액성이 염기성이므로

① 반응 후 용액 (가)와 (나) 속에 수소 이온은 남아 있지 않으므로 Na^+의 수는 Cl^-의 수와 OH^-의 수의 합과 같다고 할 수 있다.

② 그러므로 용액 (가)와 (나)의 이온 수의 비율에서 $\frac{1}{2}$을 차지하는 이온은 Na^+이다.

③ 또한 용액 (가)~(다)에서 *HCl(aq)*의 부피가 같으므로 용액 (가)~(다) 중 Cl^-의 수도 같다.

①~③을 고려하고 *NaOH(aq) 30mL*에 들어 있는 Na^+과 OH^-의 수를 각각 *3N*개라고 가정하여 각 용액 속에 들어 있는 이온 수를 계산하면 다음과 같다 따라서 용액 (다)에서 이온 수의 비율을 나타내면 ②와 같다.

			용액 (가)	용액 (나)	용액 (다)
반응 전	HCl	부피	x mL	x mL	x mL
		이온 수	H^+ 2N, Cl^- 2N	H^+ 2N, Cl^- 2N	H^+ 2N, Cl^- 2N
	NaOH	부피	30 mL	60 mL	10 mL
		이온 수	Na^+ 3N, OH^- 3N	Na^+ 6N, OH^- 6N	Na^+ N, OH^- N
반응 후	이온 수		Cl^- 2N Na^+ 3N, OH^- N	Cl^- 2N Na^+ 6N, OH^- 4N	H+ N, Cl^- 2N Na^+ N
	이온 수의 비율		Cl^- $\frac{1}{3}$ Na^+ $\frac{1}{2}$, OH^- $\frac{1}{6}$	Cl^- $\frac{1}{6}$ Na^+ $\frac{1}{2}$, OH^- $\frac{1}{3}$	H+ $\frac{1}{4}$, Cl^- $\frac{1}{2}$ Na^+ $\frac{1}{4}$

10. **표는 HCl(aq)과 NaOH(aq)을 부피를 달리하여 혼합한 용액 (가), (나)에 대한 자료이다.**

혼합 용액		(가)	(나)
혼합 전 용액의 부피(mL)	HCl(aq)	30	V
	NaOH(aq)	$2V$	20
혼합 후 용액의 이온 수 비		$\frac{OH^-}{Cl^-}=\frac{1}{3}$	$\frac{Na^+}{H^+}=\frac{1}{3}$

이에 대한 옳은 설명만을 <보기>에서 있는 대로 고른 것은?

보기

ㄱ. V = 20이다.
ㄴ. 생성된 물 분자 수는 (가)가 (나)의 3배이다.
ㄷ. 단위 부피당 전체 이온 수는 HCl(aq)이 NaOH(aq)의 2배이다.

① ㄱ ② ㄴ ③ ㄱ, ㄷ ④ ㄴ, ㄷ ⑤ ㄱ, ㄴ, ㄷ

양진석의 해설

[2015학년도 3월 고3 전국연합학력평가 문제지]

답: ④

[출제의도] 산 염기 반응의 양적 관계를 파악한다.

혼합 용액 (가), (나)에서 반응 전과 후의 각 이온수는 다음과 같다.

	(가)		(나)	
	반응 전	반응 후	반응 전	반응 후
H^+	$3m$	0	$4n$	$3n$
Cl^-	$3m$	$3m$	$4n$	$4n$
Na^+	$4m$	$4m$	n	n
OH^-	$4m$	m	n	0

(가), (나)에서 HCl(aq)의 단위 부피당 전체 이온수가 같으므로 $\frac{6m}{30}=\frac{8n}{V}$ 이고, NaOH(aq)의 단위 부피당 전체 이온 수가 같으므로 $\frac{8m}{2V}=\frac{2n}{20}$ 이다. 따라서 $m=n$, V = 40이다.

11. **표는 HCl(aq), NaOH(aq), KOH(aq)의 부피를 달리하여 혼합한 용액 (가)~(라)에 대한 자료이다.**

혼합 용액	혼합 전 용액의 부피(mL)			혼합 용액 속의 양이온 수
	HCl(aq)	NaOH(aq)	KOH(aq)	
(가)	10	30	0	$2N$
(나)	20	0	15	N
(다)	15	30	25	$2.5N$
(라)	30	10	25	x

(라)에서 x는?

① $\frac{1}{3}N$ ② N ③ $\frac{7}{6}N$ ④ $\frac{3}{2}N$ ⑤ $\frac{5}{2}N$

양진석의 해설

[2015학년도 6월 고3 전국연합학력평가 문제지]

답: ④

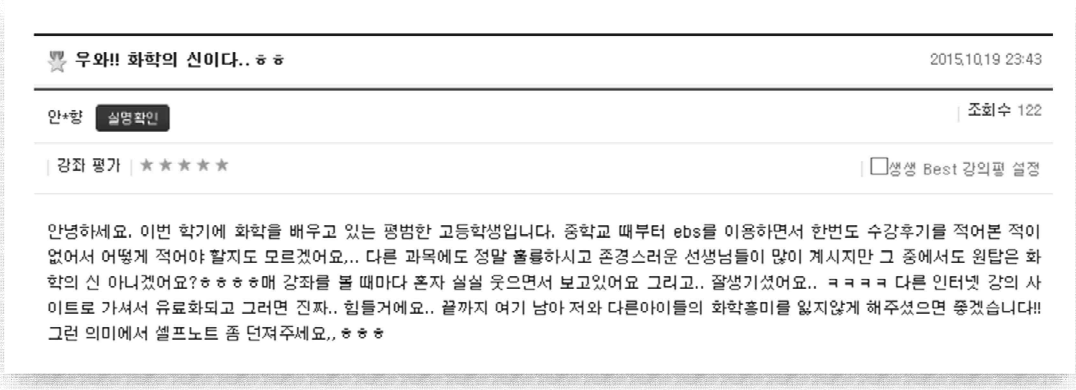
산 염기의 중화 반응과 양적 관계

[정답맞히기] ④ 혼합 용액의 양이온 수는 혼합 용액이 염기성이면 혼합 전 염기의 양이온의 몰수, 산성이면 혼합 전 HCl(aq) 의 H^+의 몰수와 같다.

1. (가)에서 NaOH(aq)의 부피가 HCl(aq)의 부피보다 크므로 혼합 용액은 염기성이며 혼합 용액 속의 양이온 수는 Na^+의 수와 같다. 따라서 NaOH(aq) 30 mL 속에 있는 Na^+의 수는 2N이다.
2. (다)에서 NaOH(aq) 와 KOH(aq) 의 부피의 합이 HCl(aq)의 부피보다 크므로 혼합 용액은 염기성이며 용액 속의 양이온 수는 Na^+수과 K^+수의 합과 같다. NaOH(aq) 30mL 속에 있는 Na(aq)의 수는 2N이고 혼합 용액 속의 양이온 수가 2.5N이므로 KOH(aq) 25mL에 있는 K^+의 수는 0.5N이다.
3. (나)에서 KOH(aq) 15mL에 있는 K^+의 수는 0.3N인데 혼합 용액 속의 양이온 수가 N이므로 (나) 혼합 용액은 산성이다. 따라서 HCl(aq) 20mL 속에 있는 H^+수가 N이다.
4. (라)에서 HCl(aq) 30mL 속에 있는 H^+수는 $\frac{3}{2}$N이고, NaOH(aq) 10mL 속에 있는 Na^+수는 $\frac{2}{3}$N, KOH(aq) 25mL 속에 있는 K^+수는 0.5N이다. 이 때 H^+수($\frac{3}{2}$N) 가 Na^+과 K^+ 수의 합($\frac{7}{6}$N)보다 크므로 (라)의 혼합 용액 속의 양이온 수는 H^+와 같은 $\frac{3}{2}$N이다.

진심으로 감사드립니다. 이 강의가 여러분들의 학학실력을 더욱 높이는 계기가 되길 진심으로 바랍니다.

그동안 강의를 듣고 양진석샘에게 보내준 감동의 수강후기입니다.
다음 후기의 주인공은 바로! 이글을 읽고 계신 당신입니다.

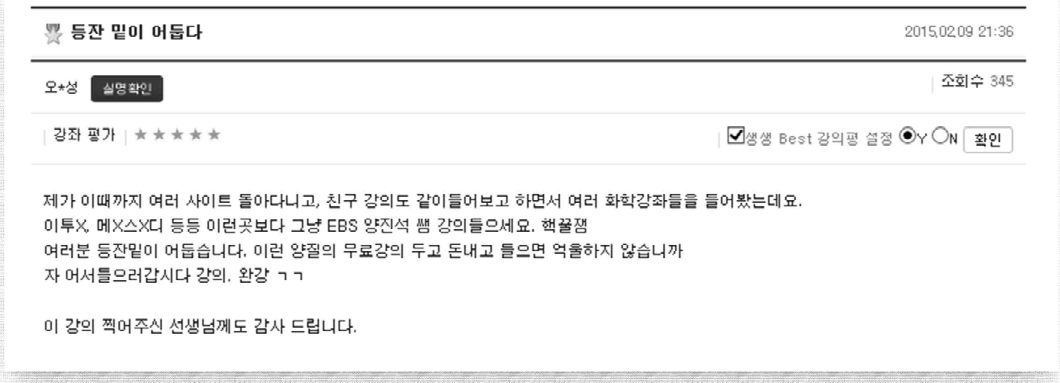


우와!! 화학의 신이다.. ㅎㅎ 2015.10.19 23:43

안*항 실명확인 | 조회수 122

| 강좌 평가 | ★★★★★ | ☐생생 Best 강의평 설정

안녕하세요. 이번 학기에 화학을 배우고 있는 평범한 고등학생입니다. 중학교 때부터 ebs를 이용하면서 한번도 수강후기를 적어본 적이 없어서 어떻게 적어야 할지도 모르겠어요... 다른 과목에도 정말 훌륭하시고 존경스러운 선생님들이 많이 계시지만 그 중에서도 원탑은 화학의 신 아니겠어요?ㅎㅎㅎㅎ매 강좌를 볼 때마다 혼자 실실 웃으면서 보고있어요 그리고.. 잘생기셨어요.. ㅋㅋㅋㅋ 다른 인터넷 강의 사이트로 가셔서 유료화되고 그러면 진짜.. 힘들거예요.. 끝까지 여기 남아 저와 다른아이들의 화학흥미를 잃지않게 해주셨으면 좋겠습니다!! 그런 의미에서 셀프노트 좀 던져주세요,,ㅎㅎㅎ



등잔 밑이 어둡다 2015.02.09 21:36

오*성 실명확인 | 조회수 345

| 강좌 평가 | ★★★★★ | ☑생생 Best 강의평 설정 ◉Y ○N 확인

제가 이때까지 여러 사이트 돌아다니고, 친구 강의도 같이들어보고 하면서 여러 화학강좌들을 들어봤는데요.
이투X, 메X스X디 등등 이런곳보다 그냥 EBS 양진석 쌤 강의들으세요. 핵꿀잼
여러분 등잔밑이 어둡습니다. 이런 양질의 무료강의 두고 돈내고 들으면 억울하지 않습니까
자 어서들으러갑시다 강의. 완강 ㄱㄱ

이 강의 찍어주신 선생님께도 감사 드립니다.



아줌마가 공부 해보니..... 2015.02.28 21:14

전*인 실명확인 | 조회수 1,035

| 강좌 평가 | ★★★★★ | ☑생생 Best 강의평 설정 ◉Y ○N 확인

그동안 우리딸들 대학보낼려고 쫗은학원 소문난과외쌤
찾아다닌게 시간낭비 였구나 싶네요.
이렇게 깔끔하게 잘 가르치시는 선생님들이 있는데...
쉽게 설명해주려 애쓰시는 모습이 너무 감사하네요.
더 좋은점은 이해가 안되면 반복학습도 가능하다는거에요.
공부할 의지만 있다면 ebs가 참 좋은 과외선생님이네요.

EBS 2TV
사교육비 경감
교육격차 해소



초·중·고 학습 프로그램
맞춤형 실용 영어교육 프로그램
다문화·통일교육 프로그램

시청 방법 | 전국 어디에서나 TV 안테나를 이용, 채널 10-2번으로 시청
※ EBS 홈페이지(www.ebs.co.kr) 및 모바일 앱(EBS TV)으로도 시청 가능

시청 문의 | 1588-1580[ARS ①번 → ⑦번 EBS2TV]

EBS

EBS

www.ebsi.co.kr

수능개념 과탐

양진석의 신의 한 수!

화학 I



정가 6,500원

53430

9 788954 737548

ISBN 978-89-547-3754-8

시청자센터 & 인터넷 VOD 문의
TEL 1588-1580/ 상담시간: 09:00~24:00

교재 구입 문의
TEL 02)529-0472/ 상담시간: 09:00~18:00

교재 내용 문의
EBSi 홈페이지(http://www.ebsi.co.kr)의 학습 Q&A 서비스를 활용하시기 바랍니다.

2017 수능대비 양진석 · 수능개념
양진석의 신의 한 수! 화학 I

발행일 2016년 11월 28일
지은이 양진석
펴낸곳 한국교육방송공사(EBS)
주 소 (우)03920 서울특별시 서대문구 마포대로 122 한국교육방송공사
전 화 1588-1580(상담시간 09:00~18:00) 팩 스 02-6140-3171
표지디자인 · 제작 (주)아이디어하우스

※ 본 참의노트는 EBS에서 제작하여 지정된 학습자료입니다.

EBS 수능개념 과탐

양진석의 신의 한 수! 화학 I